

## 明細書

## 燃焼器

## 技術分野

本発明は、ガスタービンなどに備えられる燃焼器に関するもので、特に、燃料を拡散して燃焼させるパイロットノズルと燃料と空気とを混合して燃焼させるメインノズルとを備えた燃焼器に関する。

## 背景技術

近年、大気汚染を低減させるために、ガスタービンを利用した発電施設において、その排気ガス中に含まれる $\text{NO}_x$ の低減が求められている。ガスタービンにおける $\text{NO}_x$ は、ガスタービンを回転させるために燃焼動作を行う燃焼器において発生する。そのため、従来より、燃焼器で発生する $\text{NO}_x$ の低減を図るために、燃料と空気とを混合して燃焼（予混燃焼）させるメインノズルを備えた燃焼器が用いられている。

このメインノズルによる予混燃焼を行うことによって、燃焼器からの $\text{NO}_x$ 排出量を低減させることができるが、その燃焼状態は不安定であり、燃焼振動が発生する。そのため、この燃焼振動を抑制して安定な燃焼状態とするために、燃料を拡散して燃焼（拡散燃焼）させるパイロットノズルを更に備えた燃焼器が用いられている。このようにパイロットノズル及びメインノズルが備えられた燃焼器の概略構成図を、第20図に示す。

第20図に示すように、燃焼器本体1内には、その中央にパイロットノズル2が挿入されるとともに、メインノズル3がパイロットノズル2の周囲に配置されるように挿入される。そして、パイロットノズル2の先端部分を覆うようにパイロットコーン4が設けられ、又、メインノズル3の先端部分を覆うようにメインバーナ5が設けられる。又、パイロットノズル2の先端部分周囲にパイロットスワラ6が設けられるとともに、メインノズル3の先端部分周囲にメインスワラ7が設けられ、パイロットノズル2及びメインノズル3が支持される。

このように構成される燃焼器において、パイロットノズル2の先端部分周辺が、第21図のように構成される。パイロットノズル2の先端の外周に、複数の燃料噴射口21

が設けられ、燃料を拡散噴射する（このパイロットノズル2より噴射される燃料を「パイロット燃料」とする）。又、燃焼器本体1を通じてパイロットノズル2周囲に供給される空気（パイロット空気）は、パイロットスワラ6を通過した後、パイロットコーン4の内壁を沿って流れる。よって、パイロットノズル2によって、拡散噴射されたパイロット燃料が燃焼し拡散火炎（F）が形成され、さらに、パイロット燃料の一部が燃焼するとともに、パイロット拡散火炎からの高温燃焼ガスが入り込みメイン予混合火炎の保炎点となる保炎用低速域Xが形成され、燃焼が維持される。

又、メインノズル3より噴射される燃料（メイン燃料）が、メインスワラ7を通過した空気（メイン空気）とともに、メインバーナ5に流入されると、メインバーナ5内で混合されて、メインバーナ5より混合されたメイン燃料及びメイン空気が流出する。このように、メイン空気とメイン燃料が混合された予混合気はメインバーナ5より流出されると、保炎用低速域Xにおける燃焼に基づいて、メインバーナ5の下流側先端（尚、「下流」とは、燃料及び空気の流れに対して下流であることを意味する）より燃焼器本体1の内壁に向かって燃焼される。

又、従来技術として、メインバーナ5からの予混合気による燃焼が維持するために、保炎用低速域Xが形成されやすいように、第22図のように、パイロットコーン4を、その下流側先端がメインバーナ5に向かって突出した形状となるパイロットコーン4fとする燃焼器が提供されている。このようにパイロットコーン4fのような形状とすることで、パイロットコーン4fの下流側先端付近に保炎用低速域Xが形成される。

しかしながら、第21図のようにパイロットノズル2及びメインノズル3を備えた燃焼器において、その燃焼状態を安定に保つには、パイロットノズル2の拡散燃焼による保炎効果が必要である。しかしながら、パイロットノズル2で燃焼させると、NO<sub>x</sub>の発生率が大きいため、NO<sub>x</sub>を低減させるにはパイロットノズル2での燃焼を抑える必要がある。

そこで、燃焼器に供給される全燃料に対するパイロットノズルに供給される燃料の比（パイロット比）を低くして、燃焼器によるNO<sub>x</sub>の排出量を低減させているが、上述したように、パイロット比を低くした場合、パイロットノズル2による保炎効果が得られなくなる。そのため、燃焼振動が発生して燃焼状態が不安定なものとなるため、ガスタービンにおけるエネルギー効率が悪くなる。

又、第22図のように保炎用低速域Xが形成することにより、燃焼の安定性が確保できるが、更なる低NO<sub>x</sub>化を図るには、パイロット拡散火炎を減らす必要があり、現状の保炎用低速域Xの大きさでは十分でない。又、パイロットコーン4fの下流側先端がメインバーナ5へ突出した形状となっているため、メインバーナ5から流れ出る予混合気が渦を形成する激み域Yが、メインバーナ5の出口におけるパイロットコーン4fが突出した部分に形成されてしまう。この激み域Yが形成されることが原因となり、フラッシュバックが発生する恐れがある。

#### 発明の開示

このような問題を鑑みて、本発明は、パイロット比を低くするとともに燃焼振動を抑制した燃焼器を提供することを目的とする。又、本発明は、保炎用低速域をより大きく確実なものとすることができるとともに、メインバーナ出口における激み域の発生を防ぐ燃焼器を提供することを別の目的とする。

上記目的を達成するために、本発明の燃焼器は、燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うとともにその先端部分に下流側に向かって放射状のテーパ形状となるコーン内周テーパ部を備えたパイロットコーンと、該パイロットコーンの内壁面に接するように設けられるとともに該パイロットコーンの中心部分に前記パイロットノズルを支持するパイロットスワラと、を備え、前記パイロットノズル先端外周に備えられて燃料を噴射する燃料噴射口より噴射される燃料が、前記コーン内周テーパ部の長さの半分となる位置から下流側先端までの前記コーン内周テーパ部の内壁面に衝突することを特徴とする。

又、本発明の燃焼器は、燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うとともにその先端部分に下流側に向かって放射状のテーパ形状となるコーン内周テーパ部を備えたパイロットコーンと、該パイロットコーンの内壁面に接するように設けられるとともに該パイロットコーンの中心部分に前記パイロットノズルを支持するパイロットスワラと、を備え、前記パイロットコーンの開き角を $\theta$ としたとき、前記パイロットノズル先端外周に備えられて燃料を噴射する

燃料噴射口より噴射される燃料の噴射角を  $\theta/2$  とし、前記コーン内周テーパ部の傾きと平行に前記燃料が噴射されることを特徴とする。

又、本発明の燃焼器は、燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うパイロットコーンと、該パイロットコーンの内壁面に接するように設けられるとともに該パイロットコーンの中心部分に前記パイロットノズルを支持するパイロットスワラと、を備えるとともに、前記パイロットノズルが、当該パイロットノズルの中心部に設けられるとともに当該パイロットノズルに供給された燃料の大部分を通過させる第1燃料供給路と、該第1燃料供給路の周りに設けられるとともに当該パイロットノズルに供給された燃料の残りを通過させる第2燃料供給路と、その外壁面が前記パイロットスワラの内壁面と接するとともに、当該パイロットノズルの下流側先端部分を覆い、当該パイロットノズル外周を通過する空気を当該パイロットノズルの下流側先端まで誘導する円筒状のパイロットノズルカバーと、当該パイロットノズルの下流側先端外周に設けられるとともに、前記第1燃料供給路から前記パイロットノズルカバーを貫通し、前記第1燃料供給路より供給される燃料を前記パイロットノズルカバーの外周に噴射する第1燃料噴射管と、当該パイロットノズルの外周における該第1燃料噴射管よりも上流側となる位置に設けられるとともに、前記第2燃料供給路と経路が接続された、前記第2燃料供給路より供給される燃料を前記パイロットノズルカバーと当該パイロットノズルとにより構成される領域に噴射する燃料噴射口と、を備えることを特徴とする。

又、本発明の燃焼器は、燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うパイロットコーンと、該パイロットコーンの内壁面に接するように設けられるとともに該パイロットコーンの中心部分に前記パイロットノズルを支持するパイロットスワラと、を備え、前記パイロットスワラの下流側の面と接するとともに、前記パイロットスワラより下流側に位置する前記パイロットノズルの外壁面と近接し、その先端部分に下流側に向かって放射形状となるテーパ形状の鋳を備える円筒を有することを特徴とする。

又、本発明の燃焼器は、燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、燃焼

に利用されなかった空気を燃焼器の下流側にバイパスさせるバイパス弁と接続するとともに燃焼器本体上側に設けられたバイパス管と、を備え、前記パイロットノズルにおいて、その下流側先端外周に設けられる前記パイロットノズルに供給された燃料を噴射する燃料噴射口が、前記バイパス管に最も近い位置以外の位置に複数設けられることを特徴とする。

又、本発明の燃焼器は、燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、他の燃焼器に火炎を伝播させる燃焼器本体側面に設けられた連結管と、を備え、前記パイロットノズルにおいて、その下流側先端外周に設けられる前記パイロットノズルに供給された燃料を噴射する燃料噴射口が、前記連結管に最も近い位置以外の位置に複数設けられることを特徴とする。

又、本発明の燃焼器は、燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、燃焼に利用されなかった空気を燃焼器の下流側にバイパスさせるバイパス弁と接続するとともに燃焼器本体上側に設けられたバイパス管と、を備え、燃焼状態において、前記バイパス弁が微開した状態であることを特徴とする。

又、本発明の燃焼器は、燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うパイロットコーンと、前記メインノズルの下流側先端部分を覆うメインバーナと、を備えるとともに、前記パイロットコーンが、下流側先端部分に設けられるとともに、下流側に向かって放射状に広がったテーパ形状のコーン内周テーパ部と、該コーン内周テーパ部の下流側先端外縁に設けられるとともに、前記パイロットノズルの軸方向に対して略垂直な面となる鏝部と、を備え、前記パイロットノズルの下流側先端外縁と前記メインバーナの下流側先端外縁を結ぶ直線の軸方向に対する角度を $\alpha$ としたとき、前記コーン内周テーパ部の開き角 $\theta$ が、 $0 \leq \theta < 2\alpha$ であることを特徴とする。

又、本発明の燃焼器は、燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うパイロットコーンと、前記メインノズルの下流側先端部分を覆うメインバーナと、を備えるとともに、前記パイロットコーンが、下流側先端部分に設けられるとともに、下流側に向かって放射状に広がったテーパ形状

のコーン内周テーパ部と、該コーン内周テーパ部の外周に設けられる第1円筒部と、該第1円筒部の開き角より広い開き角であるとともに前記第1円筒部の外周に設けられる第2円筒部とが、それぞれの上流側先端部で接続された二重筒と、を備えることを特徴とする。

又、本発明の燃焼器は、燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うパイロットコーンと、前記メインノズルの下流側先端部分を覆うメインバーナと、を備えるとともに、前記パイロットコーンが、下流側先端部分に設けられるとともに、前記メインバーナの下流側先端近傍まで放射状に広がったテーパ形状のコーン内周テーパ部と、該コーン内周テーパ部の下流側先端外縁から前記メインバーナの中心方向に突出した第1円筒部と、該コーン内周テーパ部の下流側先端外縁から前記パイロットバーナの中心方向に突出した第2円筒部と、前記コーン内周テーパ部の外壁に沿った形状となるとともに、その下流側先端が前記メインバーナの下流側先端に接する円筒と、を備えることを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、第1の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図であり、

第2図は、第2の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図であり、

第3図は、パイロットノズルを下流側先端から見た図であり、

第4図は、第3の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図であり、

第5図は、第4の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図であり、

第6図は、第5の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図であり、

第7図は、第6の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図であり、

第 8 図は、第 6 の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の別の構成を示す図であり、

第 9 図は、第 7 の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図であり、

第 10 A 図～第 10 F 図は、第 8 の実施形態における燃焼器本体とパイロットノズルの燃料噴射口との関係と示す概略断面図であり、

第 11 図は、第 9 の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図であり、

第 12 図は、第 10 の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図であり、

第 13 図は、第 11 の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図であり、

第 14 図は、第 11 の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の別の構成を示す図であり、

第 15 図は、第 12 の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図であり、

第 16 図は、第 13 の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図であり、

第 17 図は、第 14 の実施形態における燃焼器の構成を示す概略構成図であり、

第 18 図は、第 14 の実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図であり、

第 19 図は、第 14 の実施形態における燃焼器の下流側から見た概略構成図であり、

第 20 図は、燃焼器の構成を示す概略構成図であり、

第 21 図は、従来の燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図であり、

第 22 図は、従来の燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の燃焼器について説明する。尚、以下の各実施形態において、燃焼器を構成する各部分の関係の概略は、従来と同様、第 20 図の概略構成図によって表され

る。よって、以下では、本発明の特徴であるパイロットノズル先端周辺の構成について、詳細に説明する。

#### <第1の実施形態>

本発明の第1の実施形態について、図面を参照して説明する。第1図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図である。尚、第1図において、第21図と同一の部分については、同一の符号を付す。

第1図の燃焼器は、燃焼器本体1（第20図）の中心部分に下流側先端部分がパイロットコーン4によって覆われたパイロットノズル2が設置されるとともに、パイロットのノズル2の周囲に下流側先端部分がメインバーナ5によって覆われた複数のメインノズル3が設置される。そして、パイロットノズル2の下流側の外壁面にパイロットスワラ6が設けられることにより、パイロットノズル2がパイロットコーン4の中心部に設置されるように支持される。又、メインノズル3の下流側の外壁面にメインスワラ7が設けられることにより、メインノズル3がメインバーナ5の中心部に設置されるように支持される。

このように構成されるとき、パイロットコーン4は、下流側先端に向かって放射状に広がったテーパ形状となっている。（以下、この放射状に広がった部分を、「コーン内周テーパ部」と呼ぶ。）コーン内周テーパ部41が放射状に広がった形状となることで、パイロットノズル2の先端外周に設けられた燃料噴射口21から噴射されるパイロット燃料とパイロットスワラ6を通過するパイロット空気とが、コーン内周テーパ部41周囲であるとともにメインバーナ5の下流側先端近傍に位置する保炎用低速域Xに導かれる。

又、コーン内周テーパ部41の開き角が $\theta$ であるとき、燃料噴射口21から噴射されるパイロット燃料の噴射角 $\alpha$ を $-90^\circ \leq \alpha < -\theta/2$ 、 $\theta/2 < \alpha \leq 90^\circ$ とする。このようにすることで、 $-90^\circ \leq \alpha < -\theta/2$ のときは、燃料噴射口21の位置する部分とパイロットノズル2の中心に対して反対側のコーン内周テーパ部41の内壁に燃料が衝突し、又、 $\theta/2 < \alpha \leq 90^\circ$ のときは、燃料噴射口21の位置する部分に近いコーン内周テーパ部41の内壁に燃料が衝突する。

更に、コーン内周テーパ部41の内壁にパイロット燃料が衝突する位置yからパイロットコーン4の下流側先端までのコーン内周テーパ部41の内壁面に沿った長さaが、



コーン内周テーパ部 41 全体の内壁面に沿った長さ  $A$  に対して、 $0 < a \leq A/2$  の関係を満たす。即ち、コーン内周テーパ部 41 の内壁におけるパイロット燃料の衝突位置  $y$  が、コーン内周テーパ部 41 の中央から下流側先端までの範囲内に位置するように、噴射角  $\alpha$  及びパイロットノズル 2 の下流側先端位置が決定される。このとき、パイロットノズル 2 の先端位置が、パイロットコーン 4 の下流側先端とパイロットスワラ 6 の下流側の面との間の範囲に位置するように、パイロットノズル 2 が設置される。

このように、パイロットコーン 4 の中央から下流側において、パイロット燃料が衝突するので、衝突位置  $y$  よりパイロットコーン 4 のコーン内周テーパ部 41 のテーパ形状に沿って、パイロット燃料が燃焼する。よって、パイロット火炎が保炎用低速域  $X$  へ導かれやすくなる。そのため、パイロット燃料を少なくしても、保炎用低速域  $X$  での保炎性を向上させることができる。

このことから、メインノズル 3 より噴射されたメイン燃料とメインスワラ 7 を通過したメイン空気がメインバーナ 5 で混合された予混合気は、保炎用低速域  $X$  を保炎点として安定燃焼するため、予混合気を安定して燃焼させることができる。よって、予混合気を燃焼させたときに発生する燃焼振動を抑制することができるので、パイロット燃料を少なくしてパイロット比を低くしても、燃焼器における燃焼を安定させて燃焼振動を抑制することができる。

又、パイロット燃料の衝突位置  $y$  がパイロットコーン 4 の下流側先端に近いほど、多くのパイロット燃料が保炎用低速域  $X$  へ到達するため、保炎用低速域  $X$  での保炎性が良くなる。よって、上述の範囲において、パイロット燃料の衝突位置  $y$  がパイロットコーン 4 の下流側先端に近くなるように、パイロットノズル 2 の下流側先端位置及びパイロット燃料の噴射角を設定することで、パイロット比の少ないときの燃焼器における燃焼振動を抑制することができる。

## <第 2 の実施形態>

本発明の第 2 の実施形態について、図面を参照して説明する。第 2 図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図である。尚、第 2 図において、第 1 図と同一の部分については、同一の符号を付す。又、本実施形態の燃焼器は、第 1 の実施形態（第 1 図）における燃焼器と同一の部品によって構成され、パイロット燃料の噴射角  $\alpha$  の設定値が異なる。よって、以下では、パイロット燃料の噴射角  $\alpha$  に関連す

る部分について、詳細に説明する。

第2図の燃焼器は、第1図の燃焼器と異なり、燃料噴射口21からのパイロット燃料の噴射角 $\alpha$ を $\theta/2$ とする。即ち、パイロット燃料を、コーン内周テーパ部41の内壁面と平行に噴射させる。このように、コーン内周テーパ部41の内壁面と平行にパイロット燃料が燃料噴射口21より噴射されることにより、パイロット燃料が燃焼しパイロット火炎が保炎用低速域Xに導かれやすくなる。よって、パイロット燃料を少なくしたときでも、保炎用低速域Xでの保炎性を向上させることができる。

又、パイロット燃料の噴射方向とコーン内周テーパ部41の内壁面との距離 $c$ は、パイロットコーン4の下流側先端における直径を $B$ 、パイロットノズル2の直径を $D$ としたとき、 $1/2(B-D)$ とすることが好ましい。更に好ましくは、20mm以下とすることが好ましい。又、このとき、パイロットノズル2の先端位置が、パイロットコーン4の下流側先端とパイロットスワラ6の下流側の面との間の範囲に位置するように、パイロットノズル2が設置される。

第1及び第2の実施形態において、第3図のように、パイロットノズル2を下流側から見たときに、パイロット燃料が燃料噴射口21より放射状でなくパイロットノズル2の中心から燃料噴射口21の方向より角度 $\beta$ （横向角 $\beta$ ）ずれて噴射されるものとしても構わない。このとき、パイロット燃料は、コーン内壁テーパ部41の内壁面に沿って螺旋状に流れる。

### <第3の実施形態>

本発明の第3の実施形態について、図面を参照して説明する。第4図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図である。尚、第4図において、第1図と同一の部分については、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

第4図の燃焼器は、パイロットノズル2の下流側先端部分をパイロットスワラ6よりも上流側から覆う円筒状のパイロットノズルカバー9が設けられる。即ち、パイロットノズルカバー9は、パイロットスワラ6の内壁面に接するように挿入されて設置される。更に、パイロットノズル2内部では、その中心にパイロット燃料の大部分が供給される主燃料供給路22が設けられるとともに、主燃料供給路22の外周に残りのパイロット燃料が供給される保炎用燃料供給路23が設けられる。

更に、パイロットノズル2の下流側先端の外周に設けられるとともに主燃料供給路2

2より供給されるパイロット燃料を噴射する燃料噴射管21aがパイロットノズルカバー9を貫通するように設けられるとともに、保炎用燃料供給路23より供給されるパイロット燃料を噴射する保炎用燃料噴射口24が燃料噴射管21aよりも上流側のパイロットノズル2の外壁面に設けられる。燃料噴射口21（第1図）を燃料噴射管21aとすることで、主燃料供給路22より供給されるパイロット燃料にスweep空気を混合することなく噴射することができる。

このように構成されるとき、パイロットノズル2の外周側を流れるパイロット空気の一部が、燃料噴射管21aの焼損を防ぐためのスweep空気として、パイロットノズル2とパイロットノズルカバー9とによって構成されるスweep空気供給路25を流れるとともに、パイロット空気の残りの大部分がパイロットスワラ6を通過する。又、スweep空気は、保炎用燃料噴射口24より噴射されるパイロット燃料と混合され、この予混合気がスweep空気供給路25の下流側先端より放出される。

このとき、スweep空気供給路25を通過する予混合気によって、燃料噴射管21aの周囲が冷却されて、燃料噴射管21a周辺の焼損が防がれる。このように燃料噴射管21a周辺の焼損を防ぐために、予混合気の燃焼ガス温度が1500℃以下になる希薄な濃度となるように、保炎用燃料供給路23を流れるパイロット燃料の流量が設定される。この予混合気の燃焼ガス温度が1500℃以上となる濃度にすると、フラッシュバックが発生する恐れがある。又、主燃料供給路22を流れるパイロット燃料は、燃料噴射管21aよりパイロットノズルカバー9の外部に噴射される。

このようにして、燃料噴射管21aから噴射されたパイロット燃料が拡散燃焼する際に、スweep空気供給路25の下流側先端から予混合気が放出されるため、燃料噴射管21aからのパイロット燃料によるパイロット拡散火炎の保炎性を向上させることができる。よって、パイロット拡散火炎によって燃焼するメインバーナ5で混合された予混合気の保炎性も向上させることができるため、パイロット比を低くしても、燃焼器における燃焼を安定させて燃焼振動を抑制することができる。

#### <第4の実施形態>

本発明の第4の実施形態について、図面を参照して説明する。第5図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図である。尚、第5図において、第4図と同一の部分については、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

第5図の燃焼器では、第3の実施形態（第4図）の燃焼器と異なり、パイロットノズル2の保炎用燃料噴射口24近傍から下流側先端までの部分を覆う円筒状のパイロットノズルカバー9aと、このパイロットノズルカバー9aの外周側に設けられる円筒状のパイロットノズルカバー9bとが備えられる。又、このパイロットノズルカバー9bは、パイロットスワラ6の内壁面と接するように設置されるとともに、燃料噴射管21aの上流側でパイロットノズルカバー9aと重なるように設置される。更に、このパイロットノズルカバー9bはパイロットスワラ6よりも上流側からパイロットノズル2を覆うように設けられる。

このように、パイロットノズルカバー9a, 9bを設置することによって、スweep空気が、パイロットノズル2とパイロットノズルカバー9bによって構成されるスweep空気供給路25を流れて、保炎用燃料噴射口24より噴射されるパイロット燃料と混合される。このパイロット燃料とスweep空気とが混合された予混合気は、パイロットノズル2及びパイロットノズルカバー9aによって構成される予混合気供給路25a、及び、パイロットノズルカバー9a, 9bによって構成される予混合気供給路25bそれぞれに流れる。

そして、予混合気供給路25aを流れて放出される予混合気が、燃料噴射管21aの下流側に放出され、又、予混合気供給路25bを流れて放出される予混合気が、燃料噴射管21aの上流側に放出される。このため、燃料噴射管21aから噴射されるパイロット燃料が予混合気によって包み込まれた状態とすることができるので、パイロット拡散火炎を包むように予混合気を供給でき、パイロット拡散火炎の保炎性を向上させることができる。

#### <第5の実施形態>

本発明の第5の実施形態について、図面を参照して説明する。第6図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図である。尚、第6図において、第5図と同一の部分については、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

第6図の燃焼器では、第4の実施形態（第5図）の燃焼器と異なり、保炎用燃料供給路23より供給されるパイロット燃料を噴射する保炎用燃料噴射管24aが、パイロットノズルカバー9aを貫通するように設けられる。保炎用燃料噴射口24（第5図）を保炎用燃料噴射管24aとすることで、パイロットノズル2及びパイロットノズルカバー

ー 9 a によって構成されるスweep空気供給路 2 5 c を流れるスweep空気に保炎用燃料供給路 2 3 より供給されるパイロット燃料を混合させずに流すことができる。

このように、保炎用燃料噴射管 2 4 a を設置することによって、スweep空気供給路 2 5 より供給されてスweep空気供給路 2 5 c を流れるスweep空気に、パイロット燃料が混合されることなく、パイロットノズル 2 の下流側先端に放出される。よって、パイロットノズル 2 の下流側先端がスweep空気によって確実に冷却される。

又、パイロットノズルカバー 9 a, 9 b によって構成される予混合気供給路 2 5 b に流れ込むスweep空気は、保炎用燃料噴射管 2 4 a より噴射されるパイロット燃料と混合され、予混合気として燃料噴射管 2 1 a の上流側に放出される。よって、パイロット拡散火炎の周囲に予混合気が供給されるため、パイロット拡散火炎の保炎性を向上させることができる。

尚、第 3 ～ 第 5 の実施形態において、燃料噴射管 2 1 a から噴射されるパイロット燃料の噴射角とパイロットコーン 4 におけるコーン内壁テーパ部 4 1 との関係が、第 1 又は第 2 の実施形態のような関係となるように構成された燃焼器を適用しても構わない。

#### < 第 6 の実施形態 >

本発明の第 6 の実施形態について、図面を参照して説明する。第 7 図及び第 8 図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図である。尚、第 7 図及び第 8 図において、第 1 図と同一の部分については、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

第 7 図及び第 8 図の燃焼器は、パイロットノズル 2 の下流側先端部分をパイロットスワラ 6 の下流側の面から覆う円筒 1 0 が設けられる。この円筒 1 0 は、パイロットスワラ 6 の下流側の面からパイロットノズル 2 の下流側先端までの部分において、その内壁面がパイロットノズル 2 の外壁面と近接するように構成される。このとき、円筒 1 0 におけるパイロットノズル 2 の外壁面と近接する部分とパイロットノズルの外壁面との間には、狭い空隙が設けられる。又、円筒 1 0 は、パイロットノズル 2 の下流側先端近傍位置より下流側に向かってテーパ状に広がった錨 1 0 1 を備える。この錨 1 0 1 を備えた円筒 1 0 は、パイロットスワラ 6 の下流側の面に接するように設けられるため、パイロットスワラ 6 を通過するパイロット空気は、パイロットコーン 4 と円筒 1 0 との間を通過する。

又、円筒 10 の鰐 101 は、燃料噴射口 21 から噴射されたパイロット燃料によるパイロット燃料噴流に干渉しないような構成とされる。このようにパイロット燃料噴流との干渉を避けるための構成として、例えば、第 7 図のように、鰐 101 の開き角  $\gamma$  が、燃料噴射口 21 からのパイロット燃料の噴射角  $\alpha$  に対して、 $0^\circ < 2\alpha \leq \gamma < 180^\circ$  となるようにしても構わない。又、パイロットコーン 4 と円筒 10 との間を、パイロット空気が十分に通過するように、パイロットノズル 2 の下流側先端位置におけるパイロットコーン 4 の内壁面とパイロットノズル 2 の外壁面との距離  $k$  に対して、円筒 10 の下流側先端位置におけるパイロットコーン 4 の内壁面と鰐 101 との距離  $l$  が、 $0 < l \leq k$  とされる。さらに好ましくは、 $l \geq k/2$  とされる。

又、鰐 101 が、例えば、第 8 図のように、パイロットノズル 2 の下流側先端よりも少し上流側にずれた位置から形成されるとともに、鰐 101 の開き角  $\gamma$  を  $0^\circ < \gamma < 2\alpha$  とする場合、鰐 101 が形成開始される位置とパイロットノズル 2 の下流側先端との距離を  $t$  としたとき、鰐 101 の長さ  $s$  を、 $s < t / (\cos(\gamma/2) - \tan \alpha \times \sin(\gamma/2))$  を満たすように設定し、燃料噴射口 21 から噴射されるパイロット燃料が鰐 101 に衝突しないように構成しても構わない。

このように構成することによって、パイロット燃料が円筒 10 の鰐 101 に沿って流れると、鰐 101 の先端部近傍 Z において、パイロット燃料の渦ができるために、低速域となる循環領域が形成される。よって、パイロット空気が、燃料噴射口 21 周辺のパイロット燃料噴流基部に当たらないので、パイロット拡散火炎を弱めることを防ぐことができる。とともに、鰐 101 の先端部近傍 Z に循環領域が形成されるため、パイロット拡散火炎を安定して燃焼させることができる。

#### < 第 7 の実施形態 >

本発明の第 7 の実施形態について、図面を参照して説明する。第 9 図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端の構成を示す図である。尚、第 9 図において、第 8 図と同一の部分については、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

第 8 図の燃焼器は、第 6 の実施形態（第 8 図）の燃焼器と同様、パイロットノズル 2 の下流側先端部分をパイロットスワラ 6 の下流側表面から覆う円筒 10a が、パイロットスワラ 6 の下流側表面に接するように設けられる。即ち、パイロットスワラ 6 の下流側表面からパイロットノズル 2 の下流側先端までの部分において、円筒 10a における

パイロットノズル２の外壁面と近接する部分とパイロットノズルの外壁面との間には、狭い空隙が設けられる。又、円筒１０ａは、パイロットノズル２の下流側先端近傍位置より下流側に向かってテーパ状に広がった鏝１０２を備える。

又、鏝１０２は、パイロットノズル２の下流側先端よりも少し上流側にずれた位置から形成されるとともに、鏝１０２の開き角 $\gamma$ を $0^\circ < \gamma < 2\alpha$ とされる。そして、鏝１０２の長さ $s$ を、 $s \geq t / (\cos(\gamma/2) - \tan\alpha \times \sin(\gamma/2))$ を満たすように設定して、燃料噴射口２１から噴射されるパイロット燃料を鏝１０２に衝突させる。又、パイロットコーン４と円筒１０ａとの間を、パイロット空気が十分に通過するように、円筒１０ａの下流側先端位置におけるパイロットコーン４の内壁面と鏝１０２との距離 $l$ が、 $0 < l \leq k$ とされる。さらに好ましくは、 $l \geq k/2$ とされる。

このように構成することによって、パイロット燃料が円筒１０ａの鏝１０２において、パイロット燃料が衝突する衝突点によって低速域が形成され、鏝１０２に沿ってパイロット燃料が燃焼される。よって、パイロット空気が、燃料噴射口２１周辺のパイロット燃料噴流基部及びパイロット燃料衝突点に当たらないので、パイロット拡散火炎を弱めることを防ぐことができるとともに、鏝１０２によって衝突点において、パイロット拡散火炎の安定化が増すので、パイロット拡散火炎を安定して燃焼させることができる。

尚、第６、第７の実施形態において、燃料噴射口２１から噴射されるパイロット燃料の噴射角とパイロットコーン４におけるコーン内壁テーパ部４１との関係が、第１又は第２の実施形態のような関係となるように構成された燃焼器を適用しても構わない。又、第３～第５の実施形態のように、パイロットノズル２の下流側先端を覆うパイロットノズルカバー９、９ａ、９ｂを設けるようにしても構わない。

#### <第８の実施形態>

本発明の第８の実施形態について、図面を参照して説明する。第１０Ａ図～第１０Ｆ図は、本実施形態における燃焼器本体とパイロットノズルの燃料噴射口との関係を示す概略断面図である。

第１０Ａ図～第１０Ｆ図に示す燃焼器は、燃焼器本体１５０において、バタフライ弁などで構成されるバイパス弁１６０と接続されて圧縮機からの燃焼に利用されない空気が流入される空気バイパス管１５１と、他の燃焼器本体と連結して火炎を伝播させる連

結管 152 とが設けられている。そして、空気バイパス管 151 が燃焼器本体 150 の上部に設けられるとともに、連結管 152 が燃焼器本体 150 の両側面部に設けられる。

。このように、燃焼器本体 150 には、窪みとなる空気バイパス管 151 と連結管 152 とが設けられるため、燃焼器によって燃焼が行われる際、この空気バイパス管 151 及び連結管 152 それぞれによる窪みが、燃料ガスの激み領域となる。そのため、空気バイパス管 151 及び連結管 152 近傍の領域では、その燃焼が不安定となるため燃焼振動が発生するとともに、他の領域での燃焼に影響を及ぼす。

そこで、本実施形態では、一例として、第 10A 図のように、パイロットノズル 2 において、空気バイパス管 151 が位置する部分に最も近い位置 p に、燃料噴出口 21 を設けないような構成とする。即ち、例えば、燃料噴出口 21 を 7 つ設ける際、8 つ設けるように仮定して等間隔に配置した燃料噴出口 21 の内、位置 p に設けられる燃料噴出口 21 を塞いだ形となる。

又、同様に、別例として、第 10B 図及び第 10C 図それぞれに示すように、パイロットノズル 2 において、連結管 152 が位置する部分に最も近い位置 q, r のいずれか一方に、燃料噴出口 21 を設けないような構成とする。更に、別例として、第 10D 図に示すように、パイロットノズル 2 において、連結管 152 が位置する部分に最も近い位置 q, r 両方に、燃料噴出口 21 を設けないような構成とする。更に、別例として、第 10E 図及び第 10F 図に示すように、パイロットノズル 2 において、連結管 152 が位置する部分に最も近い位置 q, r のいずれか一方及び空気バイパス管 151 が位置する部分に最も近い位置 p に、燃料噴出口 21 を設けないような構成とする。

このように、空気バイパス管 151 又は連結管 152 による窪み位置に対する燃料噴出口 21 を塞ぐことによって、空気バイパス管 151 又は連結管 152 による窪み位置への燃料ガスの拡散を防ぐことができる。よって、空気バイパス管 151 又は連結管 152 による窪みが原因となる燃料ガスの激みを防ぐことができ、パイロット比を低くしたときの燃焼振動を抑制することができる。

尚、本実施形態において、第 10A 図のように、空気バイパス管 151 に対応する位置の燃料噴出口 21 を塞ぐように構成するものとしたが、空気バイパス管 151 に対応する位置の燃料噴出口 21 を備えるようにして、燃焼器での燃焼時にバイパス弁 160



を微かに開くようにして、部分負荷よりも負荷が高くなった場合においても、少量の空気量が送られるようにしても構わない。又、このように燃焼器での燃焼時にバイパス弁 160 を微かに開くようにして少量の空気量を送る構成を、第 10B 図～第 10D 図の構成の燃焼器に利用するようにしても構わない。

更に、本実施形態における燃焼器において、そのパイロットノズル周辺の構成が、第 1～第 7 の実施形態のような構成となるようにしても構わない。このとき、そのパイロットノズル周辺の構成が、第 1～第 7 の実施形態で述べた特徴を組み合わせた構成となるようにしても構わない。

#### <第 9 の実施形態>

本発明の第 9 の実施形態について、図面を参照して説明する。第 11 図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図である。尚、第 11 図において、第 1 図と同一の部分については、同一の符号を付す。

第 11 図の燃焼器は、燃焼器本体 1（第 20 図）の中心部分に下流側先端部分がパイロットコーン 4a（第 20 図のパイロットコーン 4 に相当する）によって覆われたパイロットノズル 2 が設置されるとともに、パイロットのノズル 2 の周囲に下流側先端部分がメインバーナ 5 によって覆われた複数のメインノズル 3 が設置される。そして、パイロットノズル 2 の下流側の外壁面にパイロットスワラ 6 が設けられることにより、パイロットノズル 2 がパイロットコーン 4a の中心部に設置されるように支持される。又、メインノズル 3 の下流側の外壁面にメインスワラ 7 が設けられることにより、メインノズル 3 がメインバーナ 5 の中心部に設置されるように支持される。

このように構成されるとき、パイロットコーン 4a は、下流側先端に向かって放射状に広がったテーパ形状となっている。（以下、この放射状に広がった部分を、「コーン内周テーパ部」と呼ぶ。）そして、コーン内周テーパ部 41 の下流側先端外周には、パイロットノズル 2 の軸方向に対して略垂直な面となる鰐 42 が設けられる。この鰐 42 は、コーン内周テーパ部 41 の下流側先端よりメインバーナ 5 の下流側先端に向かって広がったリング形状となる。又、鰐 42 は、メインバーナ 5 の下流側先端から数 mm 程度、下流側に位置するように設けられる。

更に、パイロットコーン 4a は、コーン内周テーパ部 41 の外周に、下流側に向かって放射状に広がったテーパ形状の円筒 43 が設けられる。この円筒 43 は、コーン内周

テーパ部 4 1 と同様、その下流側先端に、パイロットノズル 2 の軸方向に対して略垂直な面となるリング形状の鰐 4 4 が鰐 4 2 と対向するように設けられる。又、鰐 4 4 は、メインバーナ 5 の下流側先端位置に設置される。そして、円筒 4 3 とコーン内周テーパ部 4 1 との間には空隙が設けられるように、円筒 4 3 が設置される。このとき、コーン内周テーパ部 4 1 の鰐 4 2 と円筒 4 3 の鰐 4 4 との間にも空隙が設けられる。

このように、パイロットコーン 4 a が放射状に広がった形状となることで、パイロットノズル 2 の先端外周に設けられた燃料噴射口 2 1 から噴射されるパイロット燃料がパイロットスワラ 6 を通過するパイロット空気により拡散・燃焼し、メインバーナ 5 の下流側先端に導かれる。そして、パイロット拡散火炎は、コーン内周テーパ部 4 1 の内壁に沿って、コーン内周テーパ部 4 1 の鰐 4 2 の下流側に形成される保炎用低速域 X に導かれる。この保炎用低速域 X は、コーン内周テーパ部 4 1 の鰐 4 2 の幅  $1x$  に応じた大きさとなる。

又、パイロットコーン 4 a の外周を通過する空気が、コーン内周テーパ部 4 1 と円筒 4 3 との間の空隙に流入すると、鰐 4 2 と鰐 4 4 との間の空隙を通過して、メインバーナ 5 の下流側先端に流出し、メインバーナ 5 とパイロットコーン 4 a との境界となる部分に対してフィルム状に空気を流す。このように、境界部分にフィルム状の空気を流すことによって、保炎用低速域 X の火炎が原因となるフラッシュバックを防止することができる。又、コーン内周テーパ部 4 1 と円筒 4 3 との間の空隙を空気が通過するため、このコーン内周テーパ部 4 1 及び鰐 4 2 の冷却を行うことができる。

このように、コーン内周テーパ部 4 1 の鰐 4 2 によって保炎用低速域 X を形成するために、パイロットノズル 2 の下流側先端の外縁からメインバーナ 5 の下流側先端の外縁までで最も近接した位置を結んだ直線とパイロットノズル 2 の軸方向との角度を  $\alpha x$  としたとき、メインコーン内周テーパ部 4 1 の開き角  $\theta$  を、 $0^\circ \leq \theta < 2\alpha x$  とする。このとき、 $\theta$  は、 $60^\circ$  以下であることが好ましい。更に好ましくは、 $37^\circ \pm 3^\circ$  よりも狭い角度である。

よって、メインバーナ 5 それぞれを結ぶ領域の内側に形成される鰐 4 2 の幅  $1x$  を十分な長さとし、その面積を十分な広さとすることができるので、鰐 4 2 の下流側に形成される保炎用低速域 X の大きさを十分に大きくすることができ、保炎性を向上させることができる。又、鰐部 4 2 が、メインバーナ 5 の下流側先端に突出していないので、メ

インバーナ５の下流側先端に激み領域が形成されず、フラッシュバックを防ぐことができる。

#### <第１０の実施形態>

本発明の第１０の実施形態について、図面を参照して説明する。第１２図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図である。尚、第１２図において、第１１図と同一の部分については、同一の符号を付す。

第１２図の燃焼器は、第９の実施形態（第１１図）の燃焼器と異なり、その下流側先端がメインバーナ５の下流側先端よりも更に下流側まで延ばした形状となるパイロットコーン４ｂ（第２０図のパイロットコーン４に相当する）が設けられる。このパイロットコーン４ｂは、コーン内周テーパ部４１ｂをメインバーナ５の下流側先端よりも延ばした形状であり、コーン内周テーパ部４１ｂの外周に、メインバーナ５の下流側先端から上流に向かって円筒４３が嵌合されるとともに、メインバーナ５の下流側先端から下流に向かって円筒４５が嵌合される。

円筒４３は、第９の実施形態と同様、その下流側先端に鰐４４が設けられ、円筒４５は、その上流側先端に鰐４４と対向するように鰐４６が設けられる。鰐４４が、第９の実施形態と同様、円筒４３の下流側先端よりメインバーナ５の下流側先端に向かって広がったリング形状となるとともに、鰐４６が、円筒４５の上流側先端よりメインバーナ５の下流側先端に向かって広がったリング形状となる。この鰐４６が設けられた円筒４５は、その下流側先端がコーン内周テーパ部４１ｂの下流側先端と一致するように設置される。

又、コーン内周テーパ部４１ｂと円筒４３との間、コーン内周テーパ部４１ｂと円筒４５との間、及び、鰐４４と鰐４６との間には、空隙が設けられるように、円筒４３、４５が設置される。よって、円筒４３の鰐４４がメインバーナ５の下流側先端位置に設けられるため、円筒４５の鰐４６がメインバーナ５の下流側先端位置から下流側に数ｍｍずれた位置に設けられる。

更に、円筒４５において、コーン内周テーパ部４１ｂに沿った長さＬが、鰐４４又は鰐４６の幅１ｘに対して、１～３倍程度とすることが好ましい。このようにすることで、パイロットスワラ６を通った後にパイロットコーン４ｂの内壁を沿って流れるパイロット空気が、円筒４５の外周に形成される保炎用低速域Ｘに流れ込み、保炎用低速域の

温度を下げるとともに燃料濃度を希釈することを防ぐことができる。

又、鍰44と鍰46との間の空隙より空気をフィルム状に流すことにより、メインバーナ5の下流側先端へのフラッシュバックを防ぐことができるとともに、コーン内周テーパ部41bと円筒45と空隙より空気をフィルム状に流すことにより、保炎用低速域Xにパイロット空気が流れ込むことを更に確実に防ぐことができる。又、コーン内周テーパ部41bの開き角 $\theta$ は、第1の実施形態と同様、 $0^\circ \leq \theta < 2\alpha_x$ とし、 $60^\circ$ 以下であることが好ましい。更に好ましくは、開き角 $\theta$ が、 $37 \pm 3^\circ$ より狭い角度である。

#### <第11の実施形態>

本発明の第11の実施形態について、図面を参照して説明する。第13図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図である。尚、第13図において、第11図と同一の部分については、同一の符号を付す。

第13図の燃焼器は、第9の実施形態（第11図）の燃焼器と異なり、鍰42がメインバーナ5の下流側先端よりも上流側に設けられたコーン内周テーパ部41cを有するパイロットコーン4c（第20図のパイロットコーン4に相当する）が設けられる。このパイロットコーン4cは、コーン内周テーパ部41cの下流側先端がメインバーナ5の下流側先端よりも上流側に設けられる。

そして、このコーン内周テーパ部41cの下流側先端には、パイロットノズル2の軸方向に対して垂直な面となる鍰42が設けられるとともに、鍰42の外縁には、メインバーナ5に近接するようにテーパ形状とされる円筒47が設置される。即ち、コーン内周テーパ部41cの鍰42と接合する部分の径が鍰42の内縁の径と一致するとともに、円筒47の上流側先端の径が鍰44の外縁の径と一致する。

更に、パイロットコーン4cは、コーン内周テーパ部41cの外周に、第9の実施形態と同様、鍰42と対向する位置に鍰44が設けられた円筒43cが設けられる。そして、この円筒43cについても、鍰44の外縁に円筒47に沿うようにテーパ形状とされる円筒48が設けられる。即ち、円筒43cの鍰44と接合する部分の径が鍰44の内縁の径と一致するとともに、円筒48の上流側先端の径が鍰44の外縁の径と一致する。このように、メインバーナ5とコーン内周テーパ部41cとの間に、円筒43cを設置することによって、コーン内周テーパ部41cと円筒43cとの間の空隙に、パイ

ロットコーン 4 c の外周を通る空気を流すことができる。

更に、コーン内周テーパ部 4 1 c の鰐 4 2 より上流側の開き角  $\theta$  を、第 9 の実施形態と同様、 $0^\circ \leq \theta < 2\alpha x$  とする。この開き角  $\theta$  は、 $60^\circ$  以下であることが好ましく、更に好ましくは、 $37 \pm 3^\circ$  よりも狭い角度である。このように、鰐 4 2 の幅は第 9 の実施形態と同様、十分な長さとし、その面積を十分な広さとすることができる。このように構成することによって、鰐 4 2 の下流側に十分な大きさの保炎用低速域 X が形成される。

又、パイロットコーン 4 c の外周を通る空気が、コーン内周テーパ部 4 1 c と円筒 4 3 c との空隙に流れ込み、円筒 4 7 と円筒 4 8 との空隙からメインバーナ 5 とパイロットコーン 4 a との境界となる部分に対してフィルム状に流れる。このとき、円筒 4 7、4 8 の形状がメインバーナ 5 の先端部分に沿うような形状であるため、メインバーナ 5 より流れる予混合気と平行に空気を流し、フィルム状の空気層をより確実に形成することができる。よって、保炎用低速域 X での保炎性を保つとともに、フラッシュバックに対する耐性を向上させる。

尚、本実施形態において、第 14 図のように、パイロットコーン 4 x の形状を第 10 の実施形態と同様の形状とし、コーン内周テーパ部 4 1 x、円筒 4 3 x、4 5 x が備えられた形状としても構わない。即ち、コーン内周テーパ部 4 1 x の上流側に嵌合するように円筒 4 3 x が設置されるとともに、コーン内周テーパ部 4 1 x の下流側に嵌合するように円筒 4 5 x が設置される。又、円筒 4 3 x、4 5 x それぞれに設けられた鰐 4 4、4 6 がメインバーナ 5 の下流側先端よりも上流側に設けられる。更に、鰐 4 4 の外縁にメインバーナ 5 の下流側先端まで延びた円筒 4 8 が設けられるとともに、鰐 4 6 には、円筒 4 8 の内周に沿うような形状の円筒 4 9 が設けられる。

#### < 第 12 の実施形態 >

本発明の第 12 の実施形態について、図面を参照して説明する。第 15 図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図である。尚、第 15 図において、第 11 図と同一の部分については、同一の符号を付す。

第 15 図の燃焼器は、第 9 の実施形態（第 11 図）の燃焼器と異なり、コーン内周テーパ部 4 1 d の外周にそれぞれの上流側先端が接合された円筒 50 a、50 b によって構成される二重筒 50 を有するパイロットコーン 4 d（第 20 図のパイロットコーン 4

に相当する) が設けられる。この二重筒 50 において、円筒 50 a がコーン内周テーパ部 41 d に沿うような形状とされるとともに、円筒 50 a の外周に設けられた円筒 50 b がメインバーナ 5 に沿うような形状とされる。又、パイロットコーン 4 d には、二重筒 50 の円筒 50 b とメインバーナ 5 との間に、円筒 51 が設けられる。

このように構成することによって、二重筒 50 の上流側先端に向かって形成される窪みに、完全な激み域が形成されるため、保炎用低速域 X が二重筒 50 の窪みの奥まで入り込む。よって、二重筒 50 の開口部付近に形成される保炎用低速域 X を二重筒 50 の窪みの奥まで形成させることで、より大きなものとすることができ、その保炎性を向上させることができる。

又、パイロットコーン 4 d の外周を通る空気の一部が、コーン内周テーパ部 41 d と円筒 50 a との空隙に流れ込んだ後、コーン内周テーパ部 41 d の下流側先端からフィルム状に流れ出る。よって、保炎用低速域 X にパイロット空気が流れ込むことを防ぐことができる。又、パイロットコーン 4 d の外周を通る空気の一部が、円筒 50 b と円筒 51 の空隙に流れ込んだ後、メインバーナ 5 の下流側先端からフィルム状に流れ出る。よって、メインバーナ 5 へのフラッシュバックに対する耐性を向上させる。

#### < 第 13 の実施形態 >

本発明の第 13 の実施形態について、図面を参照して説明する。第 16 図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図である。尚、第 16 図において、第 11 図と同一の部分については、同一の符号を付す。

第 16 図の燃焼器は、第 9 の実施形態 (第 11 図) の燃焼器と異なり、パイロットコーン 4 e (第 20 図のパイロットコーン 4 に相当する) には、コーン内周テーパ 41 e の下流側先端からメインバーナ 5 の下流側先端に突出する鏑 52 と、コーン内周テーパ部 41 e の下流側先端に上流側先端が接合された円筒 53 とが設けられる。又、このパイロットコーン 4 e は、コーン内周テーパ部 41 e の外周に、その下流側先端がメインバーナ 5 の下流側先端に接するように設置された円筒 43 e が設けられる。

そして、パイロットコーン 4 e の下流側先端は、メインバーナ 5 の下流側先端よりも数 mm 程度下流側に位置するように設けられ、又、鏑 52 の開き角  $\beta$  がコーン内周テーパ部 41 e の開き角  $\theta$  より広くなるように設定されるとともに、円筒 53 の内壁が軸方向に対して内側に向くように設けられる。このとき、円筒 53 の内壁のパイロットノズ

ル 2 の軸方向に対する角度  $\delta$  が、 $0^\circ \leq \delta \leq 60^\circ$  の範囲にあることが好ましい。又、円筒 53 の内壁の長さは、錨 52 の幅 1 x と略等しい長さに設定する。

このように構成することによって、錨 52 と円筒 53 によって構成される領域近傍に、保炎低速域 X が形成される。このとき、錨 52 と円筒 53 それぞれが上流側先端において接合し、上流側に窪みを設けるとともに下流側に開口した形状となるので、錨 52 と円筒 53 との接合部までの窪みに激み域を形成することができる。よって、保炎用低速域 X をより大きなものとすることができ、その保炎性を向上させることができる。

又、パイロットコーン 4 e の外周を通る空気が、コーン内周テーパ部 41 e と円筒 43 e との空隙に流れ込んだ後、メインバーナ 5 の下流側先端へフィルム状に流れ出る。このとき、円筒 43 e の下流側先端がメインバーナ 5 の下流側先端に接するように設けられるため、確実に空気をメインバーナ 5 の下流側先端に導くことができ、メインバーナ 5 へのフラッシュバックを防ぐことができる。

#### <第 14 の実施形態>

本発明の第 14 の実施形態について、図面を参照して説明する。第 17 図は、本実施形態における燃焼器の概略構成図である。又、第 18 図は、本実施形態における燃焼器のパイロットノズル先端部分周辺の構成を示す図である。尚、第 17 図及び第 18 図において、第 20 図及び第 11 図と同一の部分については、同一の符号を付す。

第 17 図の燃焼器は、燃焼器本体 1 と、パイロットノズル 2 と、メインノズル 3 と、パイロットコーン 4 と、メインバーナ 5 と、パイロットスワラ 6 と、メインスワラ 7 と、パイロットノズル 2 とメインノズル 3 との間に複数設けられた保炎強化用燃料供給路 8 と、メインノズル 3 に接続されるとともにメインノズル 3 への燃料が供給されるメイン燃料マニホールド 90 と、保炎強化用燃料供給路 8 に接続されるとともに保炎強化用燃料供給路 8 への燃料が供給される保炎強化用燃料マニホールド 95 とを備える。

保炎強化用燃料供給路 8 は、その中心がパイロットノズル 2 の中心からメインノズル 3 の中心を結ぶ直線上に位置するように、メインノズル 3 と同数設置される。(但し、必ずしもメインノズルと同数にしなければならないわけではなく、適宜設けることでも良い。) 又、保炎強化用燃料マニホールド 95 がメイン燃料マニホールド 90 の上流に設けられ、この保炎強化用燃料マニホールド 95 に接続された保炎強化用供給路 8 がメイン燃料マニホールド 90 に設けられた穴 91 に挿入される。更に、パイロットノズル 2 が

、メイン燃料マニホールド 90 及び保炎強化用燃料マニホールド 95 それぞれの中心に設けられた穴 92, 96 に挿入される。

このように構成される燃焼器において、第 18 図のように、第 9 の実施形態（第 11 図）と同様の形状となるパイロットコーン 4a が用いられる。このとき、錨 42 の近傍に形成される保炎用低速域 X に、保炎強化用燃料供給路 8 より燃料を供給するために、保炎強化用燃料供給路 8 が錨 42, 44 を貫通するように設けられるとともに、錨 42 に保炎強化用燃料噴出口 81 が設けられる。更に、パイロットノズル 2 の中心とメインノズル 3 の中心とを結ぶ直線上に、保炎強化用燃料供給路 8 が位置するように設けられるため、第 19 図に示すように、一例として、メインノズル 3 が 8 つである場合、それぞれに対応して、パイロットコーン 4a の錨 42 に 8 つの保炎強化用燃料噴出口 81 が設けられる。

このようにすることで、保炎強化用燃料マニホールド 95 より供給された燃料が保炎強化用燃料供給路 8 を通過した後、錨 42 の保炎強化用燃料噴出口 81 より保炎用低速域 X に噴出される。このようにすることで、保炎用強化用燃料噴出口 81 より噴出された燃料が保炎用低速域 X にて燃焼し、保炎用低速域 X における保炎性を向上させることができる。

尚、本実施形態において、第 9 の実施形態におけるパイロットコーン 4a を備えた燃焼器に対して保炎強化用燃料供給路 8 を設けた例を挙げたが、第 10～第 13 の実施形態におけるパイロットコーン 4b～4e を備えた燃焼器に対して設けるようにしても構わない。このとき、パイロットコーン 4b については、保炎強化用燃料供給路 8 が錨 44, 46 を貫通するように設けられ、又、パイロットコーン 4c については、保炎強化用燃料供給路 8 が錨 42, 44 を貫通するように設けられ、又、パイロットコーン 4d については、保炎強化用燃料供給路 8 が円筒 50a, 50b の接合部を貫通するように設けられ、又、パイロットコーン 4e については、保炎強化用燃料供給路 8 が錨 52 と円筒 53 との接合部を貫通するように設けられる。このようにすることで、それぞれに設けられた保炎強化用燃料供給路 8 を通過する燃料が、保炎用低速域 X に噴出される。

更に、第 9～第 14 の実施形態の燃焼器において、そのパイロットノズル周辺の構成が、第 1～第 8 の実施形態のような構成となるようにしても構わない。このとき、そのパイロットノズル周辺の構成が、第 1～第 8 の実施形態で述べた特徴を組み合わせた構



成となるようにしても構わない。

#### 産業上の利用可能性

本発明によると、燃料噴射口より噴射される燃料をパイロットコーンの下流側先端付近に衝突させることで、パイロットコーンの下流側先端周辺にできる保炎用低速域に燃料を多く誘導することができ、パイロット拡散火炎の保炎性を向上させる。又、燃料噴射口より噴射される燃料をパイロットコーンの内壁面に平行に噴射することで、パイロットコーンの下流側先端周辺にできる保炎用低速域に燃料を多く誘導することができ、パイロット拡散火炎の保炎性を向上させる。このように、保炎用低速域におけるパイロット拡散火炎の保炎性を向上させることで、燃焼振動を抑制することができるため、燃焼器に供給する燃料のパイロット比を低くすることができ、低NO<sub>x</sub>化を実現することができる。

又、本発明によると、燃料噴射口よりパイロットノズルカバーとパイロットノズルによって構成される領域に燃料を噴射して、燃料と空気が混合した予混合気が発生して、第1燃料噴射管から噴射される燃料によるパイロット拡散火炎付近に供給することで、パイロット拡散火炎の保炎性を向上させることができる。更に、パイロットノズルカバーを第1円筒カバーと第2円筒カバーで構成し、パイロットノズルと第2円筒カバーとの間の領域及び第1円筒カバーと第2円筒カバーとの間の領域それぞれで予混合気を生成することで、パイロット拡散火炎を包むように予混合気を供給できるため、パイロット拡散火炎の保炎性を更に高くすることができる。又、第2燃料噴射管を設けて、第1円筒カバーと第2円筒カバーとの間の領域にのみ予混合気が発生されるようにすることで、パイロットノズルの下流側先端を、第2円筒カバーとパイロットノズルとの間の領域を通過する空気で確実に冷却することができる。

又、本発明によると、パイロットスワラの下流側面に接した円筒の下流側先端に鰭を設けることによって、パイロットノズルの外周を通過する空気がパイロットノズルの下流側先端に流れることを防ぐので、燃料噴射口より噴射される燃料による燃料噴流の基部に空気が流れ込むことができる。よって、パイロット拡散火炎を弱めることなく燃焼させることができる。

又、パイロットノズルの下流側先端において、バイパス管や連結管などの窪みのある

領域に近い位置に、燃料噴出口を設けないようにすることで、バイパス管や連結管などの窪みのある領域に、燃料の澱み領域が形成されることを防ぐことができる。更に、燃焼状態において、バイパス弁を微開した状態とすることで、バイパス管の窪みにより燃料の澱み領域が形成されることを防ぐことができる。よって、澱み領域による燃焼の不安定性を低減することができる。

本発明によると、パイロットコーンの下流側先端部分に鰐部を設けるため、この鰐部の下流側において保炎用低速域を大きく且つ確実に形成することができる。よって、メインバーナからの燃料と空気が混合された予混合気の保炎性を向上させることができ、燃焼振動を低減させることができる。又、コーン内周テーパ部の外周に円筒を設けることによって、メインバーナの下流側先端よりフィルム状に空気を流すことができるので、保炎用の鰐部の冷却をするとともに、メインバーナへのフラッシュバックを防ぐことができる。

又、鰐部との接合部より延ばした円筒部がコーン内周テーパ部に設けられることで、パイロット空気がコーン内周テーパ部に沿って流れて、保炎用低速域に流れ込むことを防ぐことができるため、保炎用低速域の保炎性を向上させることができる。又、二重筒をコーン内周テーパ部の外周に設けることで、二重筒の窪みに澱み域を形成することができるため、保炎用低速域を窪みの奥まで形成し、その大きさを大きくして保炎性を向上させることができる。又、メインノズル及びパイロットノズルそれぞれに突出した第1及び第2円筒部によって、確実に保炎用低速域を形成できるとともに、第2円筒部によって、コーン内壁テーパ部に沿って流れるパイロット空気が保炎用低速域に流入することを防げる。

更に、パイロットコーンとメインバーナとの間を通過するように複数の保炎強化用燃料供給路が設けられることで、保炎用低速域に対して、保炎容共か用燃料供給路より供給することができる。よって、保炎用低速域での保炎性を向上させることができる。

## 請求の範囲

1. 燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、

該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、

前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うとともにその先端部分に下流側に向かって放射状のテーパ形状となるコーン内周テーパ部を備えたパイロットコーンと、

該パイロットコーンの内壁面に接するように設けられるとともに該パイロットコーンの中心部分に前記パイロットノズルを支持するパイロットスワラと、

を備え

前記パイロットノズル先端外周に備えられて燃料を噴射する燃料噴射口より噴射される燃料が、前記コーン内周テーパ部の長さの半分となる位置から下流側先端までの前記コーン内周テーパ部の内壁面に衝突することを特徴とする燃焼器。

2. 前記パイロットコーンの開き角を $\theta$ としたとき、

前記パイロットノズル先端外周に備えられて燃料を噴射する燃料噴射口より噴射される燃料の噴射角 $\alpha$ が、

$$-90^\circ \leq \alpha < -\theta/2, \theta/2 < \alpha \leq 90^\circ$$

を満たすことを特徴とする請求の範囲1に記載の燃焼器。

3. 燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、

該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、

前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うとともにその先端部分に下流側に向かって放射状のテーパ形状となるコーン内周テーパ部を備えたパイロットコーンと、

該パイロットコーンの内壁面に接するように設けられるとともに該パイロットコーンの中心部分に前記パイロットノズルを支持するパイロットスワラと、

を備え、

前記パイロットコーンの開き角を $\theta$ としたとき、

前記パイロットノズル先端外周に備えられて燃料を噴射する燃料噴射口より噴射される燃料の噴射角を  $\theta/2$  とし、前記コーン内周テーパ部の傾きと平行に前記燃料が噴射されることを特徴とする燃焼器。

4. 前記パイロットコーンより噴射される燃料による燃料噴流と前記コーン内周テーパ部のテーパ形状の内壁面との距離  $c$  が、前記パイロットコーンの下流側先端における直径を  $B$ 、パイロットノズルの直径を  $D$  としたとき、 $c < 1/2 (B - D)$  となることを特徴とする請求の範囲 3 に記載の燃焼器。

5. 燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、  
該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、  
前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うパイロットコーンと、  
該パイロットコーンの内壁面に接するように設けられるとともに該パイロットコーンの中心部分に前記パイロットノズルを支持するパイロットスワラと、  
を備えるとともに、  
前記パイロットノズルが、  
当該パイロットノズルの中心部に設けられるとともに当該パイロットノズルに供給された燃料の大部分を通過させる第 1 燃料供給路と、  
該第 1 燃料供給路の周りに設けられるとともに当該パイロットノズルに供給された燃料の残りを通過させる第 2 燃料供給路と、  
その外壁面が前記パイロットスワラの内壁面と接するとともに、当該パイロットノズルの下流側先端部分を覆い、当該パイロットノズル外周を通過する空気を当該パイロットノズルの下流側先端まで誘導する円筒状のパイロットノズルカバーと、  
当該パイロットノズルの下流側先端外周に設けられるとともに、前記第 1 燃料供給路から前記パイロットノズルカバーを貫通し、前記第 1 燃料供給路より供給される燃料を前記パイロットノズルカバーの外周に噴射する第 1 燃料噴射管と、  
当該パイロットノズルの外周における該第 1 燃料噴射管よりも上流側となる位置に設けられるとともに、前記第 2 燃料供給路と経路が接続された、前記第 2 燃料供給路より供給される燃料を前記パイロットノズルカバーと当該パイロットノズルとにより構成さ

れる領域に噴射する燃料噴射口と、  
を備えることを特徴とする燃焼器。

6. 前記パイロットノズルカバーが、

前記パイロットスワラの内壁面と接するとともに、前記パイロットスワラの位置よりも上流側となる位置から前記燃料噴射口の位置よりも下流側となる位置まで、前記パイロットノズルの下流側先端部分を覆う第1円筒カバーと、

前記第1円筒カバーと重なる位置で且つ前記パイロットノズルと前記第1円筒カバーとの間に設けられるとともに、前記第1燃料噴射管が貫通される第2円筒カバーと、  
を備えることを特徴とする請求の範囲5に記載の燃焼器。

7. 前記第2円筒カバーが前記燃料噴射口近傍より前記パイロットノズルの下流側先端部分を覆うことを特徴とする請求の範囲6に記載の燃焼器。

8. 前記パイロットノズルが、前記燃料噴射口より前記第2円筒カバーまで貫通するとともに、前記第2燃料供給路より供給される燃料を前記第1円筒カバーと前記第2円筒カバーとにより構成される領域に噴射する第2燃料噴射管を備えることを特徴とする請求の範囲6に記載の燃焼器。

9. 前記第1円筒カバーの下流側先端が、前記第1燃料噴射管よりも上流側となるように前記第1円筒カバーが設置されることを特徴とする請求の範囲6に記載の燃焼器。

10. 燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、

該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、

前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うパイロットコーンと、

該パイロットコーンの内壁面に接するように設けられるとともに該パイロットコーンの中心部分に前記パイロットノズルを支持するパイロットスワラと、

を備え、

前記パイロットスワラの下流側の面と接するとともに、前記パイロットスワラより下

流側に位置する前記パイロットノズルの外壁面と近接し、その先端部分に下流側に向かって放射形状となるテーパ形状の鏝を備える円筒を有することを特徴とする燃焼器。

11. 前記鏝の下流側先端が前記パイロットノズルから噴射される燃料による燃料噴流と衝突する位置よりも上流側に位置するように、前記鏝が設けられることを特徴とする請求の範囲10に記載の燃焼器。

12. 前記鏝の下流側先端が前記パイロットノズルから噴射される燃料による燃料噴流と衝突する位置よりも下流側に位置するように、前記鏝が設けられることを特徴とする請求の範囲10に記載の燃焼器。

13. 燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、

燃焼に利用されなかった空気を燃焼器の下流側にバイパスさせるバイパス弁と接続するとともに燃焼器本体上側に設けられたバイパス管と、  
を備え、

前記パイロットノズルにおいて、その下流側先端外周に設けられる前記パイロットノズルに供給された燃料を噴射する燃料噴射口が、前記バイパス管に最も近い位置以外の位置に複数設けられることを特徴とする燃焼器。

14. 燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、

他の燃焼器に火炎を伝播させる燃焼器本体側面に設けられた連結管と、  
を備え、

前記パイロットノズルにおいて、その下流側先端外周に設けられる前記パイロットノズルに供給された燃料を噴射する燃料噴射口が、前記連結管に最も近い位置以外の位置に複数設けられることを特徴とする燃焼器。

15. 燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、

燃焼に利用されなかった空気を燃焼器の下流側にバイパスさせるバイパス弁と接続するとともに燃焼器本体上側に設けられたバイパス管と、

を備え、

燃焼状態において、前記バイパス弁が微開した状態であることを特徴とする燃焼器。

16. 燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、

該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、

前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うパイロットコーンと、

前記メインノズルの下流側先端部分を覆うメインバーナと、を備えるとともに、

前記パイロットコーンが、

下流側先端部分に設けられるとともに、下流側に向かって放射状に広がったテーパ形状のコーン内周テーパ部と、

該コーン内周テーパ部の下流側先端外縁に設けられるとともに、前記パイロットノズルの軸方向に対して略垂直な面となる鍔部と、

を備え、

前記パイロットノズルの下流側先端外縁と前記メインバーナの下流側先端外縁を結ぶ直線の軸方向に対する角度を $\alpha$ としたとき、前記コーン内周テーパ部の開き角 $\theta$ が、 $0 \leq \theta < 2\alpha$ であることを特徴とする燃焼器。

17. 前記コーン内周テーパ部の外周に、前記コーン内周テーパ部の外壁及び前記鍔部に沿った形状となる円筒を備えることを特徴とする請求の範囲16に記載の燃焼器。

18. 前記円筒の下流側先端が前記メインバーナの下流側先端外縁近傍に位置するように設置されることを特徴とする請求の範囲17に記載の燃焼器。

19. 前記鍔が前記メインバーナの下流側先端よりも数mm下流側に設けられることを特徴とする請求の範囲16に記載の燃焼器。

20. 前記コーン内周テーパ部が、前記コーン内周テーパ部における前記鍔部との接合部より前記コーン内周テーパ部と同じ開き角 $\theta$ で延ばした円筒部を備えることを特徴とする請求の範囲16に記載の燃焼器。

21. 前記コーン内周テーパ部の外周における前記メインバーナの下流側先端から上流側を覆うとともに、その下流側先端に前記メインバーナの下流側先端位置に向かって延びた前記パイロットコーンの軸方向に対して垂直な面となる第1錨部を備える第1円筒と、

前記コーン内周テーパ部の外周における前記メインバーナの下流側先端から下流側を覆うとともに、その上流側先端に設けられて前記第1錨部に対向した第2錨部を備える第2円筒と、

を備えることを特徴とする請求の範囲20に記載の燃焼器。

22. 前記コーン内周テーパ部の前記円筒部における前記円筒部に沿った長さが、前記錨部における前記パイロットコーンの軸方向に対して垂直な方向の長さの1～3倍であることを特徴とする請求の範囲20に記載の燃焼器。

23. 前記錨部が、前記メインバーナの下流側先端よりも上流側に設けられるとともに、

前記錨部が、前記錨部の外縁から前記メインバーナの下流側先端までの前記メインバーナの外壁に沿ったテーパ形状の円筒部を備えることを特徴とする請求の範囲16に記載の燃焼器。

24. 前記コーン内周テーパ部が、前記コーン内周テーパ部における前記錨部との接合部より前記コーン内周テーパ部と同じ開き角 $\theta$ で延ばした円筒部を備えることを特徴とする請求の範囲23に記載の燃焼器。

25. 前記パイロットコーンと前記メインバーナとの間を通過するように設けられるとともに、前記コーン内周テーパ部と接合した前記錨部の下流側に燃料を供給するための複数の保炎強化用燃料供給路を備えることを特徴とする請求の範囲16～請求の範囲24のいずれかに記載の燃焼器。



26. 前記保炎強化用燃料供給路が、前記メインノズルと前記パイロットノズルとを結ぶ直線上に位置するように設けられることを特徴とする請求の範囲25に記載の燃焼器。

27. 燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、

該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、

前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うパイロットコーンと、

前記メインノズルの下流側先端部分を覆うメインバーナと、

を備えるとともに、

前記パイロットコーンが、

下流側先端部分に設けられるとともに、下流側に向かって放射状に広がったテーパ形状のコーン内周テーパ部と、

該コーン内周テーパ部の外周に設けられる第1円筒部と、該第1円筒部の開き角より広い開き角であるとともに前記第1円筒部の外周に設けられる第2円筒部とが、それぞれの上流側先端部で接続された二重筒と、

を備えることを特徴とする燃焼器。

28. 前記二重筒の外周に、前記第2円筒部の外壁に沿った形状となる円筒を備えることを特徴とする請求の範囲27に記載の燃焼器。

29. 前記パイロットコーンと前記メインバーナとの間を通過するように設けられるとともに、前記二重筒の前記第1及び第2円筒部によって形成された窪みに燃料を供給するための複数の保炎強化用燃料供給路を備えることを特徴とする請求の範囲27又は請求の範囲28に記載の燃焼器。

30. 前記保炎強化用燃料供給路が、前記メインノズルと前記パイロットノズルとを結ぶ直線上に位置するように設けられることを特徴とする請求の範囲29に記載の燃焼器。

31. 燃焼器本体中心部分に設けられたパイロットノズルと、

該パイロットノズルの周囲に等間隔で設けられた複数のメインノズルと、

前記パイロットノズルの燃料が流れる下流側先端部分を覆うパイロットコーンと、

前記メインノズルの下流側先端部分を覆うメインバーナと、

を備えるとともに、

前記パイロットコーンが、

下流側先端部分に設けられるとともに、前記メインバーナの下流側先端近傍まで放射状に広がったテーパ形状のコーン内周テーパ部と、

該コーン内周テーパ部の下流側先端外縁から前記メインバーナの中心方向に突出した第1円筒部と、

該コーン内周テーパ部の下流側先端外縁から前記パイロットバーナの中心方向に突出した第2円筒部と、

前記コーン内周テーパ部の外壁に沿った形状となるとともに、その下流側先端が前記メインバーナの下流側先端に接する円筒と、

を備えることを特徴とする燃焼器。

32. 前記第2円筒部の長さと同前記第1円筒部の長さと同略等しいことを特徴とする請求の範囲31に記載の燃焼器。

33. 前記第2円筒部が、前記パイロットコーンの軸方向に対して $0^{\circ}$ 以上 $60^{\circ}$ 以下の範囲で、下流側に閉じた形状となることを特徴とする請求の範囲31に記載の燃焼器。

34. 前記パイロットコーンと同前記メインバーナとの間を通過するように設けられるとともに、前記第1及び第2円筒部によって囲まれた領域に燃料を供給するための複数の保炎強化用燃料供給路を備えることを特徴とする請求の範囲31～請求の範囲33のいずれかに記載の燃焼器。

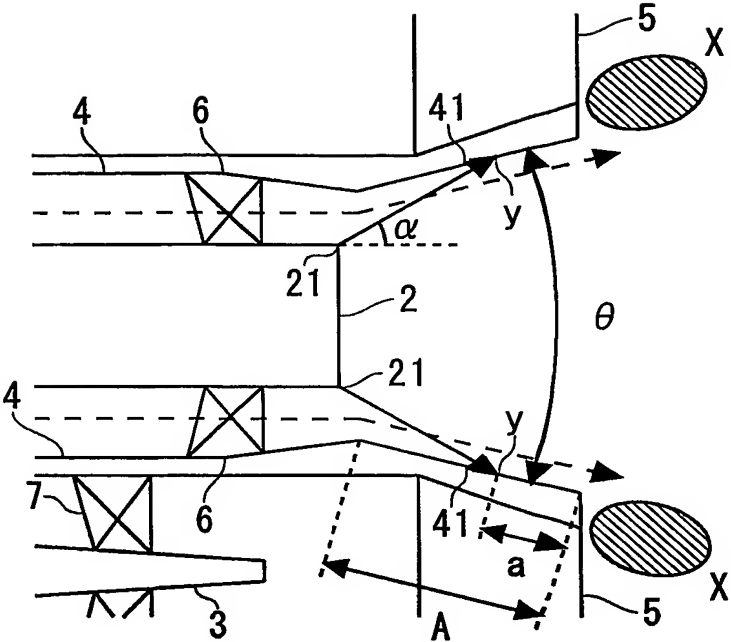
35. 前記保炎強化用燃料供給路が、前記メインノズルと同前記パイロットノズルとを結

- 35 -

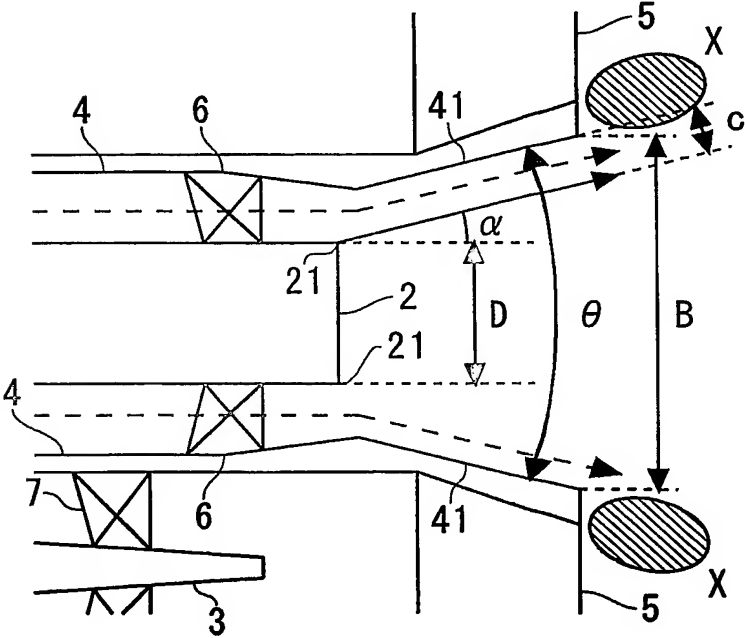
ぶ直線上に位置するように設けられることを特徴とする請求の範囲 3 4 に記載の燃焼器

。

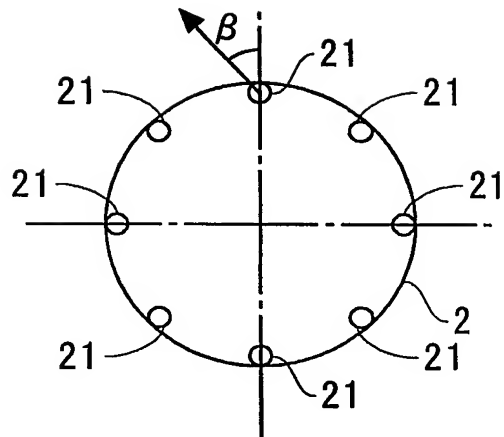
第 1 図



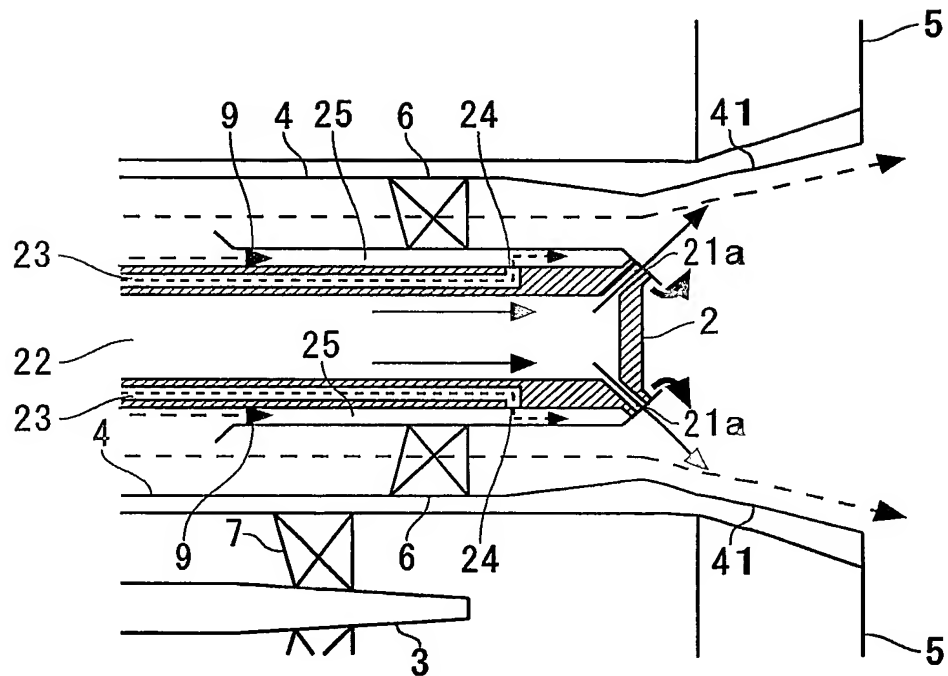
第 2 図



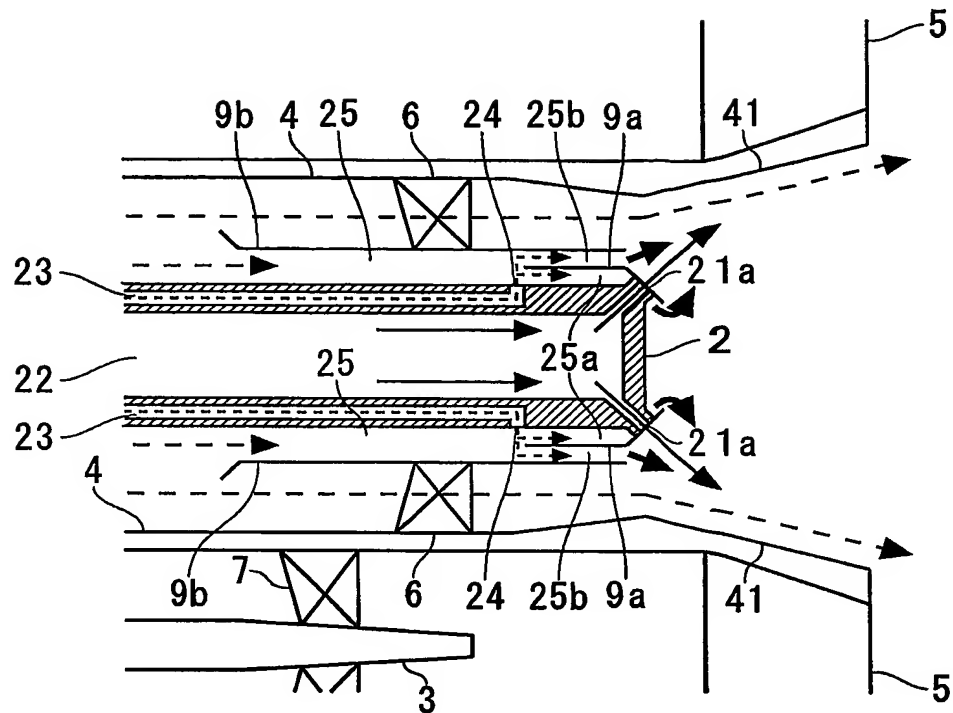
第 3 図



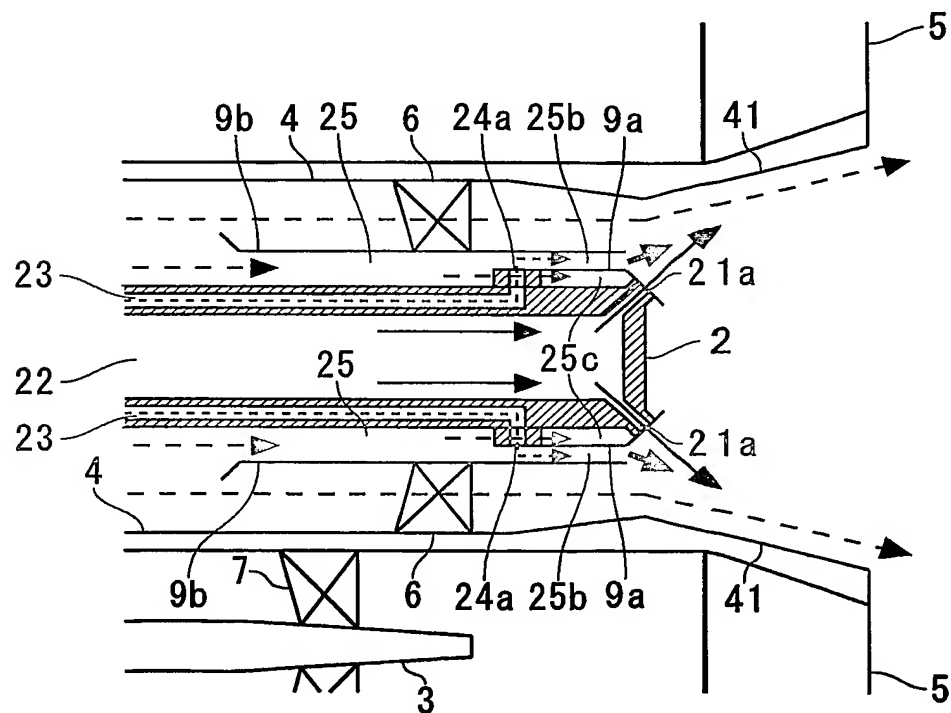
第 4 図



## 第 5 図

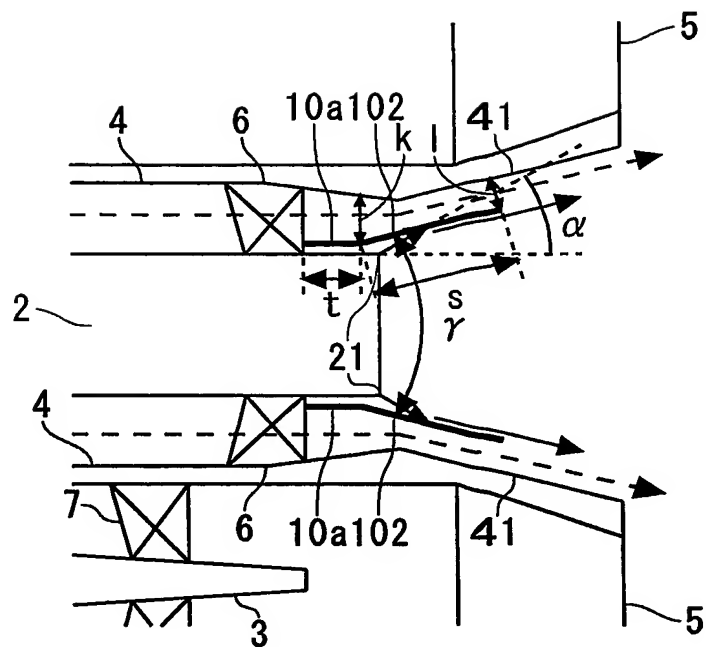


## 第 6 図



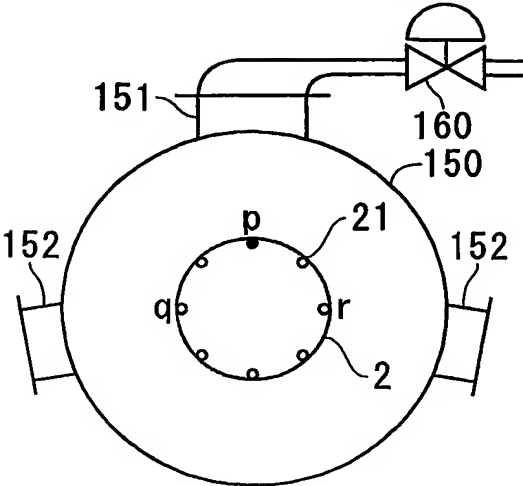


## 第 9 図

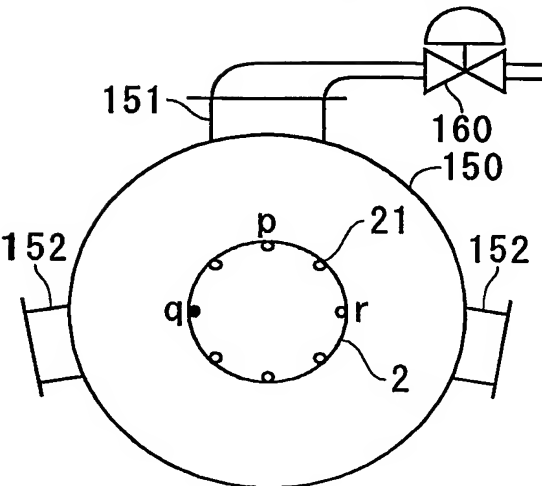




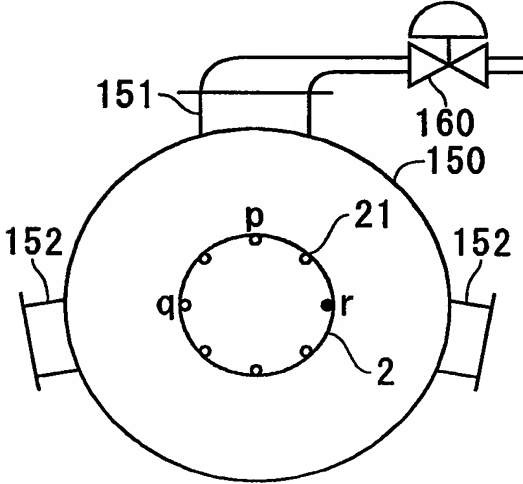
第 10 A 図



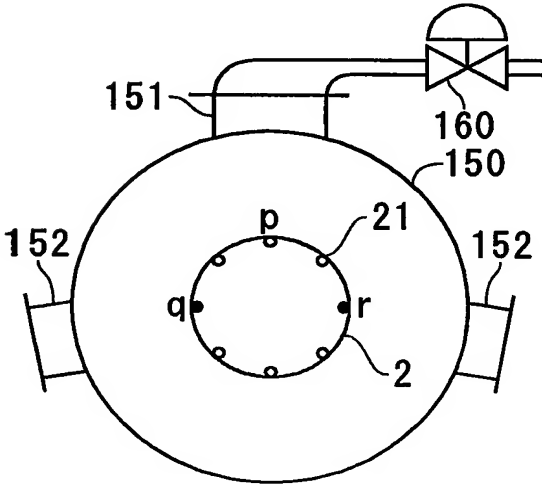
第 10 B 図



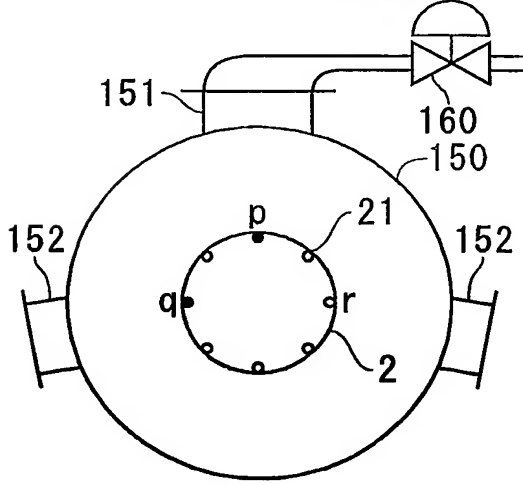
第 10 C 図



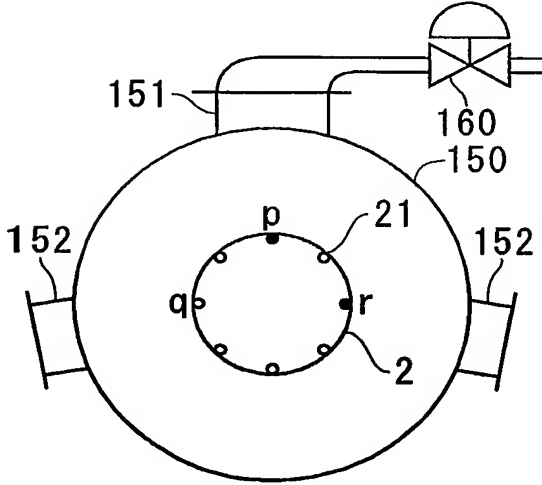
第 10 D 図



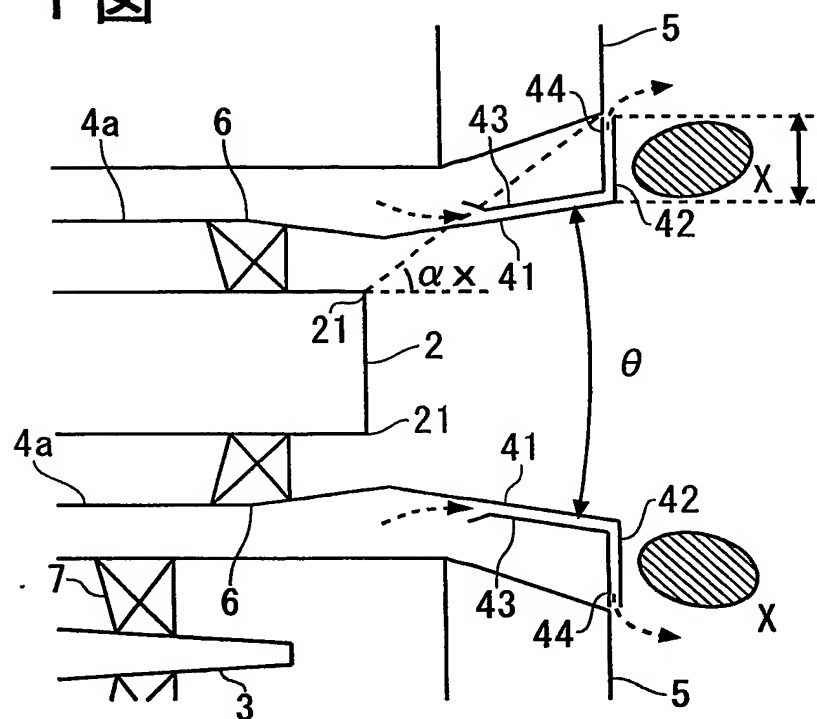
第 10 E 図



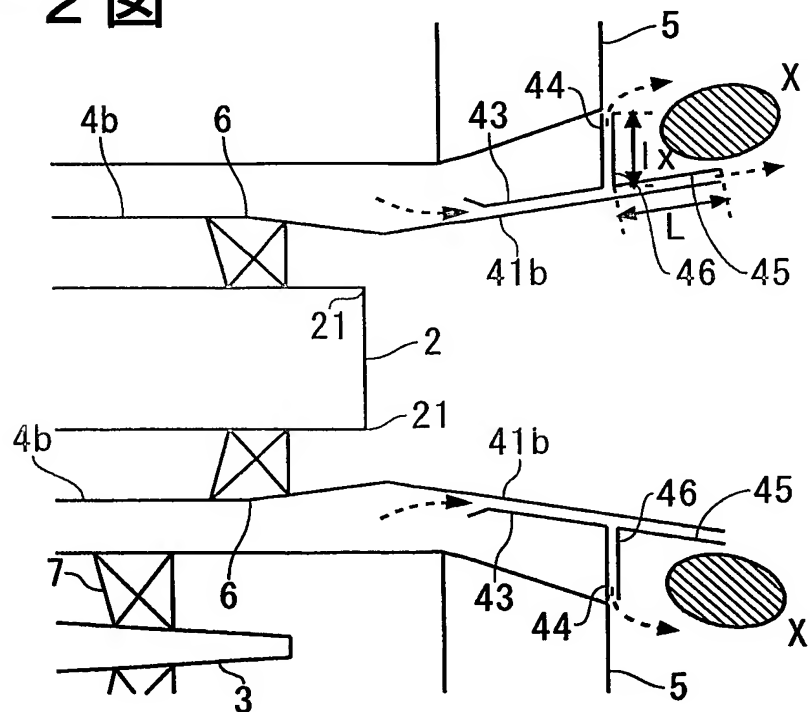
第 10 F 図



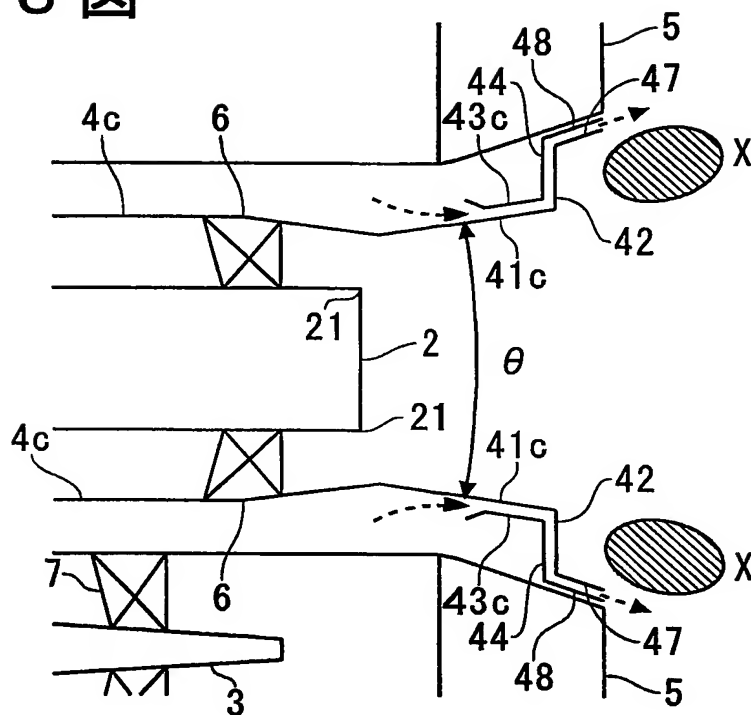
## 第 1 1 図



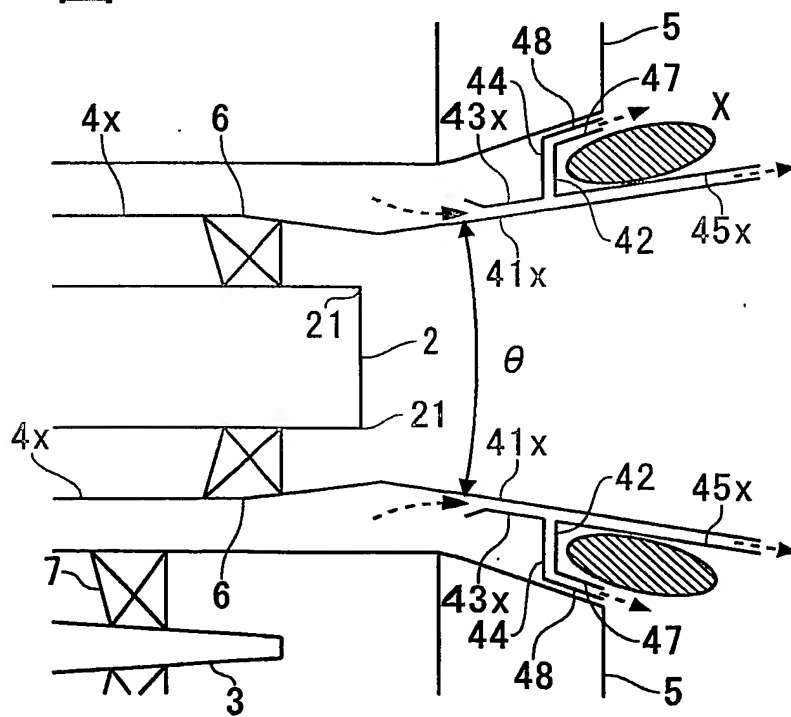
第 12 図



第 1 3 図

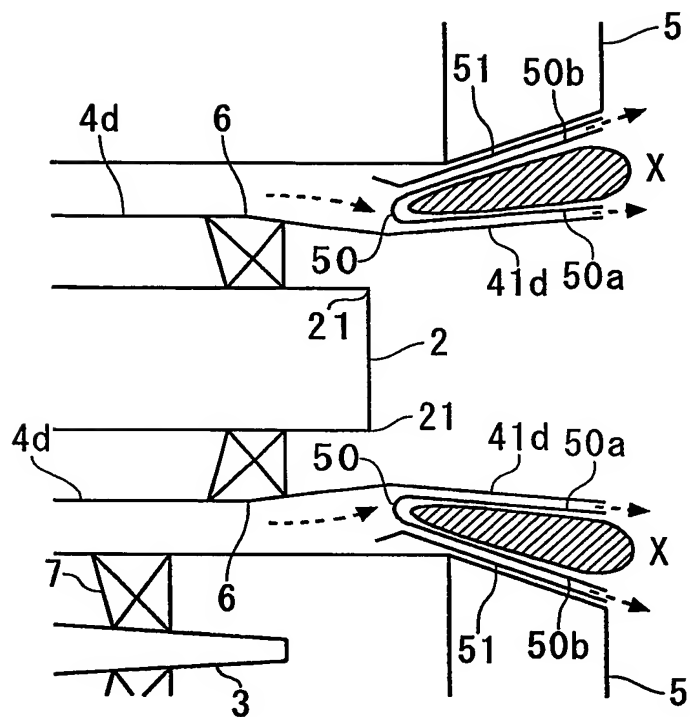


第 1 4 図

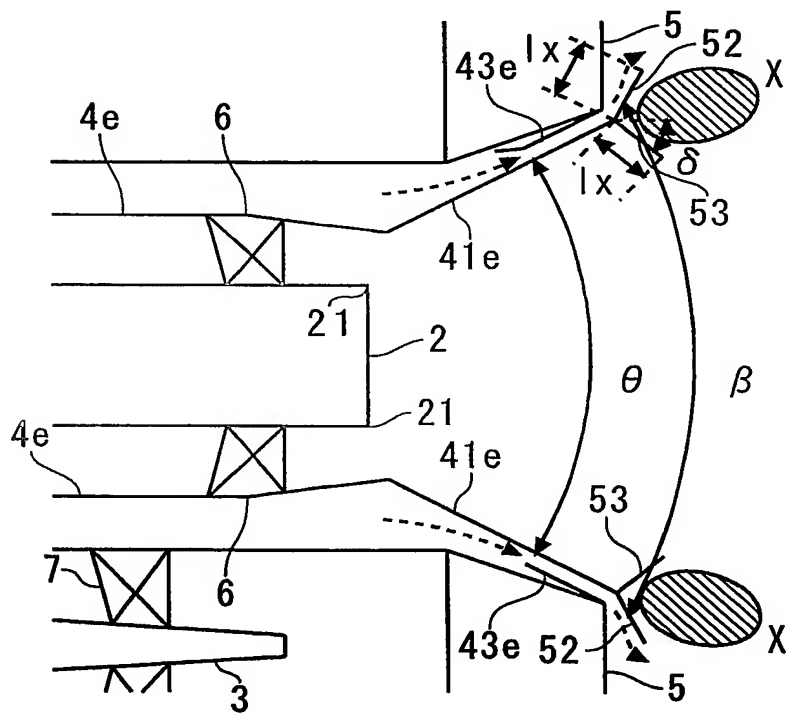


9/13

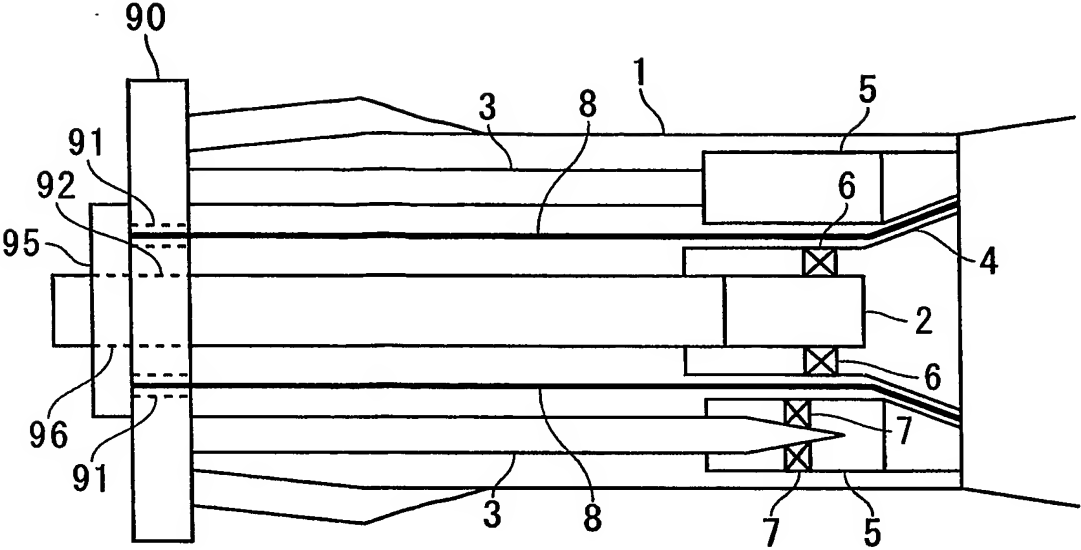
第 1 5 図



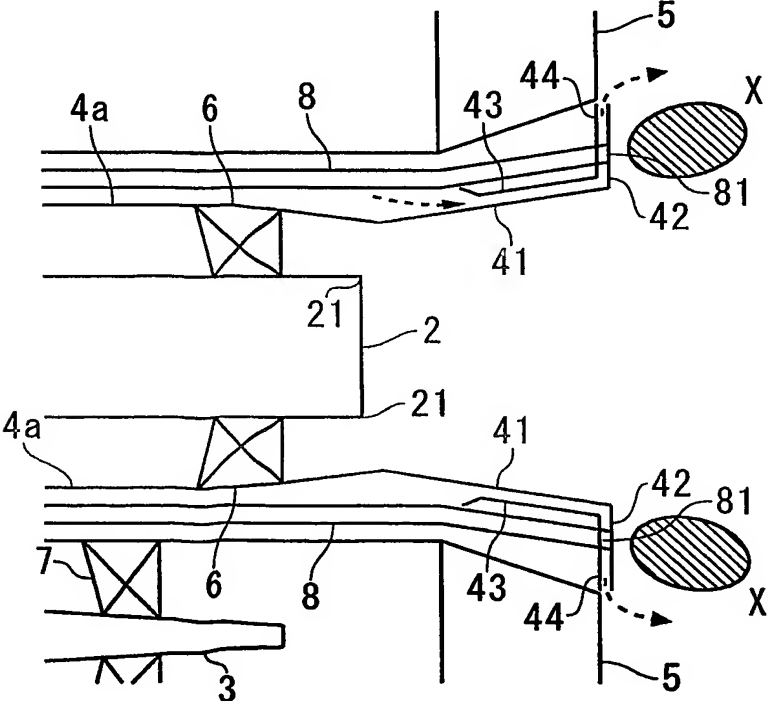
第 1 6 図



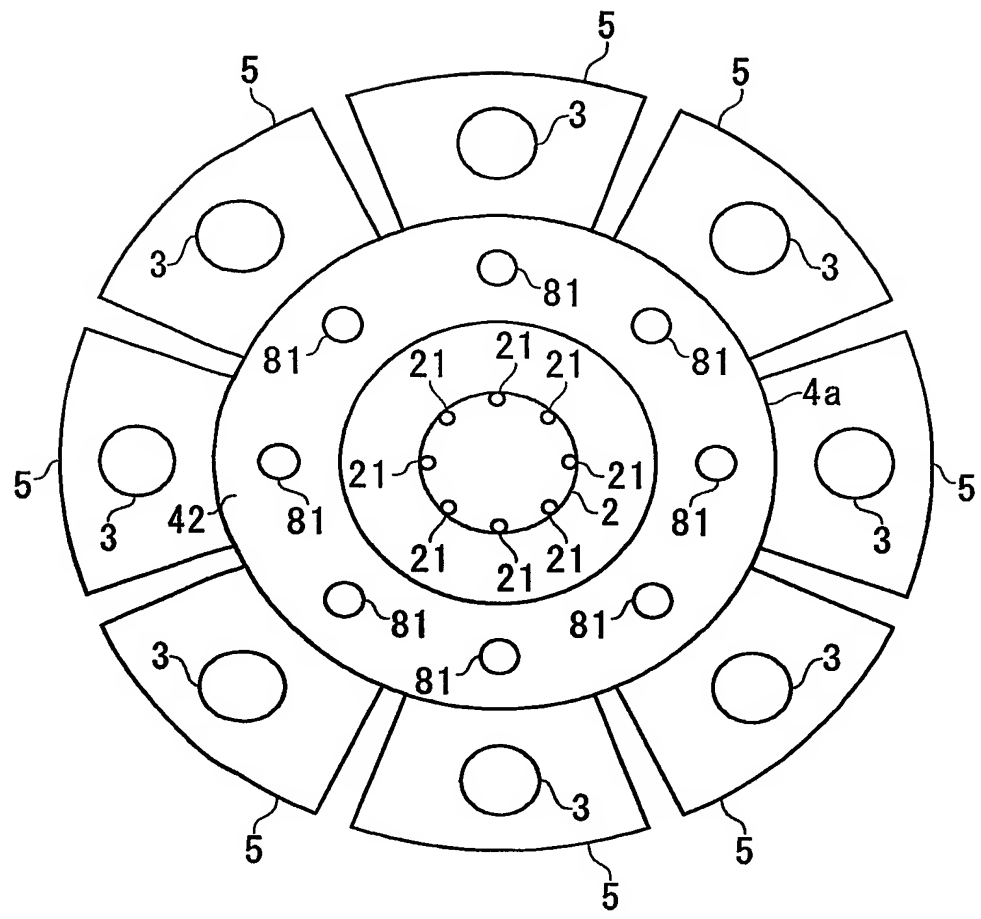
第 1 7 図



第 1 8 図

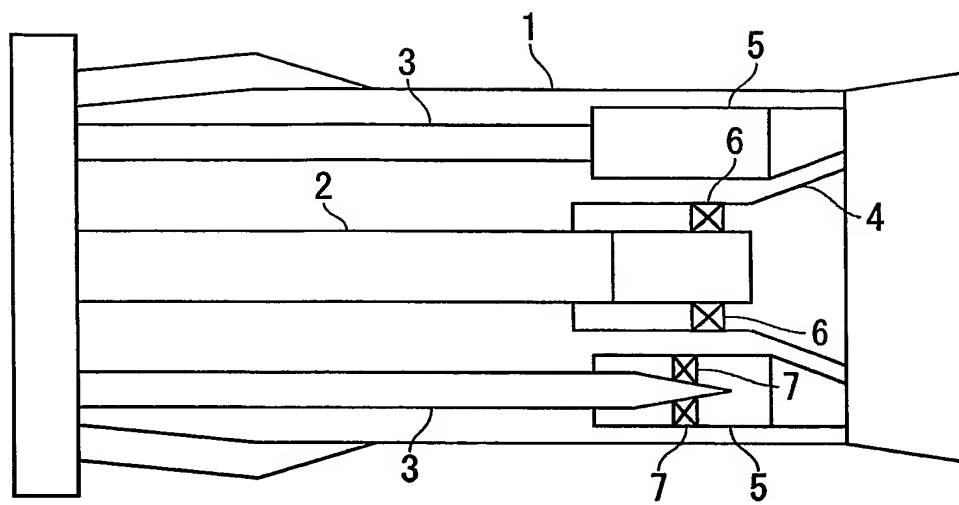


第 1 9 図

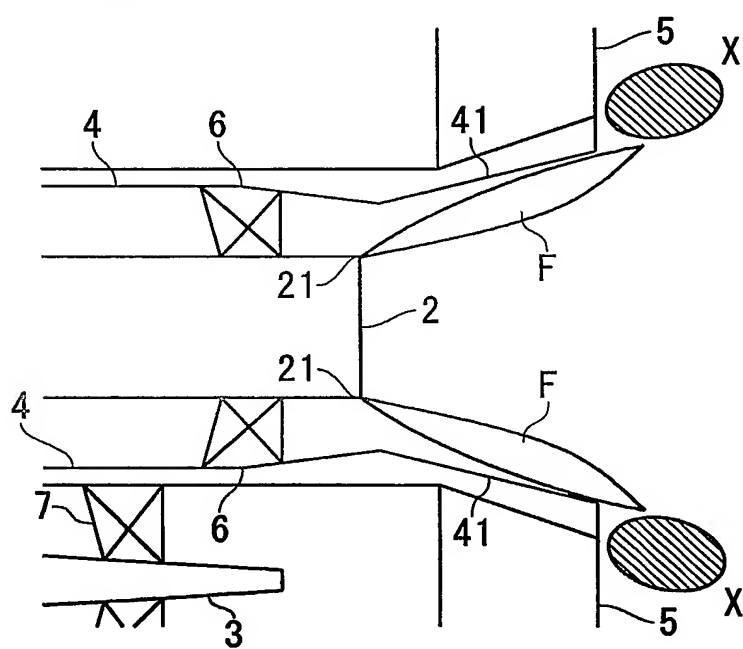


12/13

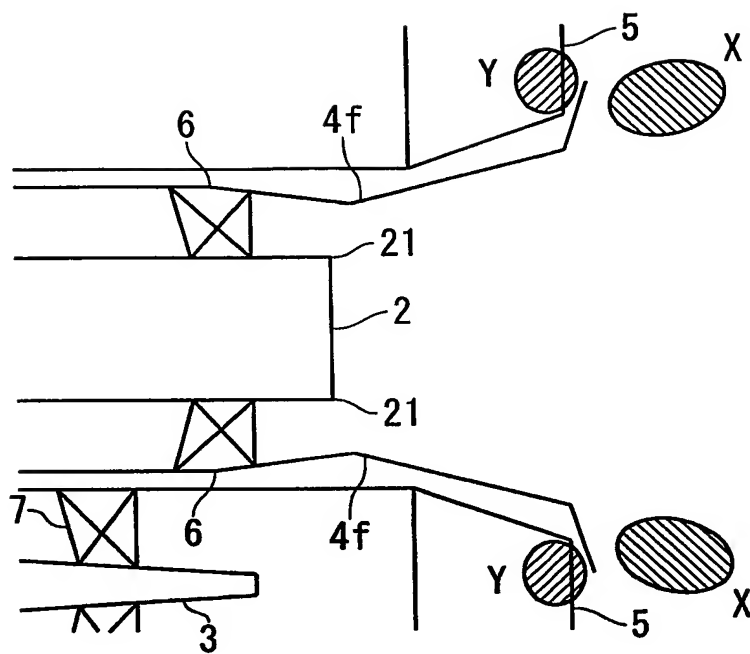
第 2 0 図



第 2 1 図



## 第 2 2 図





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002666

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F23D14/24, F23D14/02, F23R3/28, F23R3/14, F23R3/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F23D14/22, F23D14/24, F23D14/02, F23R3/28, F23R3/14, F23R3/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-83541 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 March, 2003 (19.03.03), Full text; Figs. 1 to 26 (Family: none)	1-35
Y	JP 11-344224 A (Hitachi, Ltd.), 14 December, 1999 (14.12.99), Full text; Figs. 1 to 16 (Family: none)	1-35
Y	JP 2003-247425 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 September, 2003 (05.09.03), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	5-35

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
01 June, 2004 (01.06.04)

Date of mailing of the international search report  
22 June, 2004 (22.06.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002666

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-89689 A (Toshiba Corp.), 10 April, 1998 (10.04.98), Full text; Figs. 1 to 15 (Family: none)	5-35
P,A	JP 2004-101105 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 April, 2004 (02.04.04), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	1-35
P,A	JP 2004-101071 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 April, 2004 (02.04.04), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-35
P,A	JP 2004-85120 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 March, 2004 (18.03.04), Full text; Figs. 1 to 15 (Family: none)	1-35
A	JP 6-257750 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 September, 1994 (15.09.94), Full text; Figs. 1 to 3 & WO 94/20793 A1 & EP 643267 A1	1-35

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F23D14/24, F23D14/02, F23R3/28, F23R3/14,  
F23R3/16

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F23D14/22, F23D14/24, F23D14/02, F23R3/28,  
F23R3/14, F23R3/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1940-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2003-83541 A (三菱重工業株式会社) 2003. 03. 19, 全文, 第1-26図 (ファミリーなし)	1-35
Y	J P 11-344224 A (株式会社日立製作所) 1999. 12. 14, 全文, 第1-16図 (ファミリーなし)	1-35
Y	J P 2003-247425 A (三菱重工業株式会社) 2003. 09. 05, 全文, 第1-12図 (ファミリーなし)	5-35

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
01. 06. 2004国際調査報告の発送日  
22. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
東 勝之  
3 L 9 2 5 0  
電話番号 03-3581-1101 内線 3336

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 10-89689 A (株式会社東芝) 1998. 04. 10, 全文, 第1-15図 (ファミリーなし)	5-35
PA	J P 2004-101105 A (三菱重工業株式会社) 2004. 04. 02, 全文, 第1-12図 (ファミリーなし)	1-35
PA	J P 2004-101071 A (三菱重工業株式会社) 2004. 04. 02, 全文, 第1-11図 (ファミリーなし)	1-35
PA	J P 2004-85120 A (三菱重工業株式会社) 2004. 03. 18, 全文, 第1-15図 (ファミリーなし)	1-35
A	J P 6-257750 A (三菱重工業株式会社) 1994. 09. 15, 全文, 第1-3図 & WO 94/20793 A1 & EP 643267 A1	1-35